



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

DAVID WASHINGTON FREITAS LIMA

**MUSIC SPECTRUM: IMERSÃO MUSICAL PARA CRIANÇAS
COM AUTISMO**

Manaus, AM

2013

DAVID WASHINGTON FREITAS LIMA

**MUSIC SPECTRUM: IMERSÃO MUSICAL PARA CRIANÇAS COM
AUTISMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do grau de *Mestre em Informática*, área de concentração em Inteligência Artificial.

Orientadora: Profa. D.Sc. Thaís Helena Chaves de Castro

Manaus, AM

2013

Sem a música, a vida seria um erro.

Friedrich Nietzsche

Aos meus pais e familiares, luz de toda inspiração.

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, em especial aos meus pais, Francisco de Assis e Maria Cleusma, pela educação, carinho e apoio a mim concedidos.

A minha orientadora, Prof.^a D.Sc. Thaís Castro, pela oportunidade e confiança depositadas, pelas horas dedicadas nas orientações e pelos conselhos dados

Aos membros da banca, Prof. Ph.D. Alberto Castro, Prof. Ph.D. Hugo Fuks e Prof. D.Sc. Bruno Gadelha pelas críticas e sugestões fornecidas para o enriquecimento deste trabalho.

A CAPES e FAPEAM pelo fomento ao trabalho. Sem o apoio das duas instituições não seria inviável a realização da pesquisa.

Aos meus amigos de Boa Vista-RR, Vanessa Vieira, Rafael Carvalho, Deborah Deah, Ratib Najm, Dayane Felício, Karolliny Chaves e Camila Yane pelas conversas, brincadeiras e pela amizade durante todos esses anos.

Aos meus amigos de Manaus-AM, Daniel Almeida, Elda Nunes, Janainny Sena, Laura Michaela, Ludimila Carvalho, Diego Rodrigues, Juliana Nunes, Leticia Santos, Everton Gualberto, pelas conversas, pausas para o café, almoço, pelas caronas e pela ajuda nos momentos finais. Vocês foram fundamentais durante essa estadia em Manaus.

Aos demais amigos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos alunos-bolsistas Marcos Siqueira e Keembéc Relvas pelas discussões e apoio durante o desenvolvimento das interfaces e do protótipo desenvolvido.

Aos pais que se voluntariaram para participar desta pesquisa.

Ao pessoal do MUPA-Manaus por toda a ajuda e atenção durante o *feedback* estabelecido na pesquisa.

Aos responsáveis pelos grupos Asperger-Brasil e Autismo Intervenção do Facebook, pelo apoio durante a divulgação da pesquisa.

RESUMO

O objetivo desta dissertação é contribuir para as formas de reabilitação cognitiva e social em crianças com Transtornos do Espectro do Autismo (TEA), fornecendo suporte computacional adequado a sessões de musicoterapia em que a criança já esteja se preparando para ser incluída em grupos de musicalização infantil. Isto será realizado através da prototipação de um aplicativo para o dispositivo móvel iPad para a apreciação e produção musical, seguindo o processo de desenvolvimento incremental com design de interface participativo. Espera-se, com isso, contribuir não só para o aprimoramento das habilidades musicais das crianças como também para o desenvolvimento de sua organização cognitiva e espacial. A musicalização com suporte computacional é importante, pois utiliza-se de recursos triviais, como sons, música, voz e instrumentos musicais, propiciando os indivíduos com TEA aprimorarem suas habilidades sociais, emocionais, cognitivas e de comunicação.

Palavras-Chave

Transtornos do Espectro do Autismo, Interação Social, Music Spectrum, Musicoterapia.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to contribute to forms of social and cognitive rehabilitation for children with Autism Spectrum Disorders (ASD) by providing the appropriate computational support music therapy sessions which the child is already shaping up to be included in groups of music to children. This will be accomplished through prototyping an application for the iPad mobile device for music production and appreciation, following the incremental development process with participatory interface design. It is hoped, therefore, not only contribute to the improvement of children's musical skills but also to develop their cognitive and spatial organization. The musicalization with computational support is important because it is used for trivial features, such as sound, music, voice and musical instruments, providing individuals with ASD improve their social skills, emotional, cognitive and communication.

Keywords

Autism Spectrum Disorders, Social Interaction, Music Therapy.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 Relevância e Contextualização	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Objetivo	14
1.4 Organização da Dissertação	15
CAPÍTULO 2 – TRANSTORNOS DO ESPECTRO AUTISTA E MUSICOTERAPIA	16
2.1 Transtornos do Espectro do Autismo	16
2.1.1 Caracterização	17
2.1.1.1 Déficit da Interação Social no Autismo	19
2.1.1.2 Capacidade delimitada de comunicação e imaginação	21
2.2 A Musicoterapia e suas Aplicações	22
2.3 Musicoterapia para incentivar comunicação verbal e não verbal	25
CAPÍTULO 3 – MUSICOTERAPIA COM SUPORTE COMPUTACIONAL	27
3.1 Tecnologia Assistiva	27
3.2 Auxílio computacional a musicalização	28
3.2.1 EduMusical	30
3.2.2 GenVirtual	31
3.2.3 Magic Piano	32
CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DO MUSIC SPECTRUM	33
4.1 Music Spectrum	33
4.2 Metodologia	33
4.2.1 Análise dos Requisitos	35
4.2.2 Projeto	36
4.2.2.1 Modelagem	37
4.2.3 Implementação	39

4.2.4 Avaliação Formativa	42
4.3 Concepção do Music Spectrum e decisões de projeto	43
CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DO MUSIC SPECTRUM	50
5.1 Método de Inspeção Semiótica	51
5.1.1 Preparar Inspeção Semiótica.....	52
5.1.2 Analisar os signos metalinguísticos	54
5.1.3 Analisar Signos Estáticos	55
5.1.4 Analisar Signos Dinâmicos	57
5.1.5 Comparação e Avaliação	58
5.2 Método de Percurso Cognitivo	59
5.2.1 Fase de Preparação	60
5.2.2 Fase de Análise	61
5.3 Entrevistas.....	65
5.4 Triangulação das avaliações	67
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES	70
6.1 Trabalhos Futuros	72
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS MÃES	81
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS	82

LISTA DE IMAGENS

Figura 2.1 – Tríade do Autismo	18
Figura 3.1 – Visual inicial do Portal EduMusical.....	30
Figura 3.2 – Visão do jogo GenVirtual [Corrêa et.al 2007].	31
Figura 3.3 – Interface de jogo do Magic Piano.	32
Figura 4.1 – Modelo de Pesquisa e Desenvolvimento do Music Spectrum.	34
Figura 4.2 – Arquitetura do OpenSim funciona nos modos (a) StandAlone e (b) Grid.	36
Figura 4.3 – Diagrama de Casos de Uso.	38
Figura 4.4 – Diagrama de Navegação do Music Spectrum.	39
Figura 4.5 – Camadas de abstração do iOS.....	40
Figura 4.6 – Paradigma Model-View-Controller aplicado ao iOS.....	41
Figura 4.7 – Interfaces do Music Spectrum, como (a) Splash Screen e (b) Introdução.....	44
Figura 4.8 – Interface de Perfil.	45
Figura 4.9 – Interface de personalização do avatar.....	46
Figura 4.10 – Interface do Menu Principal do Music Spectrum.	47
Figura 4.11 – Interface Jogar mostra um (a) contador antes de (b) jogar.	48
Figura 4.12 – Interface para selecionar a música.....	48
Figura 4.13 – Interface de incentivo do Music Spectrum.....	49
Figura 5.1 – Modelo de abordagem da Engenharia Semiótica.....	51
Figura 5.2 – Etapas do MIS.....	52
Figura 5.3 – Signos metalinguísticos no Music Spectrum. (a) Tela Inicial, (b) Menus de Apoio e (c) Tela Principal.....	55
Figura 5.4 – Signos estáticos e dinâmicos no Music Spectrum, como as opções (a) escolher música, (b) Jogar, mostrando o contador e (c) Jogar, mostrando as notas musicais.	56
Figura 5.5 – Signos dinâmicos nas interfaces de (a) Perfil e (b) Escolher avatar.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Subgrupos dos Transtornos Globais do Desenvolvimento.	18
Tabela 5.1 – Cenário proposto para as inspeções.	61
Tabela 5.2 – Tarefas e sequência de ações para cada tarefa.	61
Tabela 5.3 – Resultado da primeira pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.	62
Tabela 5.4 – Resultado da segunda pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.	63
Tabela 5.5 – Resultado da terceira pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.	64
Tabela 5.6 – Localização das mães entrevistadas.	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CASE	<i>Computer-Aided Software Engineering</i>
CID	Classificação Internacional de Doenças
DSM-IV-TR	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i>
IHC	Interação Humano-Computador
MIS	Método de Inspeção Semiótica
mPC	Método do Percurso Cognitivo
MUPA	Mãos Unidas pela Autismo
MVC	<i>Model-view-controller</i>
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
TA	Tecnologia Assistiva
TEA	Transtornos do Espectro Autista
TGD	Transtornos Globais do Desenvolvimento
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TID	Transtornos Invasivos do Desenvolvimento
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Relevância e Contextualização

Os avanços das informações, das representações gráficas, das animações e dos conteúdos dinâmicos são várias vezes formas de exclusão para um número cada vez mais significativo de usuários com necessidades especiais, sejam elas físicas, cognitivas, motoras, ou até mesmo por problemas de incompatibilidade em plataformas de software ou de hardware [Conforto e Santarosa 2003].

Com o intuito de diminuir essas formas de exclusão no contexto da Inteligência Artificial, Sistemas Inteligentes, Interação Humano-Computador e das Tecnologias Assistivas, pesquisas utilizam as metodologias de cada uma dessas linhas de pesquisa para a concepção de novos produtos que visam a inclusão. Essa tecnologia gerada, por ser nova, ainda precisa ter seus próprios métodos de investigação e análise para ser aprimorada, embora existam relatos informais sobre sua aceitação.

As novas tecnologias da informação, considerando o uso na medida certa, ao contrário do que se pensava, pode ajudar as crianças a incrementar o aprendizado e a interação social [Lima e Castro 2012a].

Dentre os produtos desenvolvidos para pessoas com deficiência, percebe-se que há uma carência por artefatos tecnológicos desenvolvidos para pessoas com autismo. No contexto dos Transtornos do Espectro Autista (TEA), há demanda observada em blogs e entrevistas em programas televisivos, por artefatos que ajudem nas terapias de crianças portadoras de TEA. Uma das formas de se trabalhar com essas crianças é através da música, no entanto ainda não existem muitas ferramentas voltadas à musicalização ou musicoterapia para crianças com TEA.

A incidência de pessoas diagnosticada com Transtornos do Espectro Autista (TEA) tem crescido acentuadamente nos últimos anos. Segundo pesquisas realizadas nos Estados Unidos, uma a cada cento e cinquenta pessoas no mundo tem algum TEA. No Brasil estudos epidemiológicos sobre TEA ainda não foram realizados [Cunha 2011]. Contudo, blogs especializados em TEA, possuem estimativas que existam quinhentas mil pessoas abaixo dos vinte anos com os Transtornos. Desse total, aproximadamente cento e quinze mil são crianças de zero a quatro anos. Ainda não se tem uma estimativa no estado do Amazonas, mas sabe-se que há muitas pessoas com esse diagnóstico.

Uma das principais características dos TEA é a dificuldade de interação social com outras pessoas.

Em geral, crianças com TEA se interessam por artefatos tecnológicos e possuem uma capacidade superior para manipulação de objetos virtuais e maior engajamento em aplicativos, como os projetos para dispositivos móveis.

1.2 Justificativa

Para vários autores, dentre os quais [Ribeiro e Falcão 2009; Gattino 2009; Costa e Carvalho 2011; Rizzo 2011; Lima e Castro 2012a; 2012b] a exploração de Realidade Virtual e dos dispositivos móveis apresenta diversas vantagens de uso em relação a outras tecnologias para reabilitação cognitiva ou melhoria de habilidades de interação social com crianças com autismo, pois possui uma interface que gera um alto nível de motivação, apresentando recursos que esclarecem a compreensão de conceitos abstratos, permitindo fazer observação de situações em diferentes cenários, oferecendo-lhes uma oportunidade de vivência em determinadas situações de maneira individualizada.

Apesar da importância da comunicação no desenvolvimento de crianças com TEA [Goldstein 2002] e das investigações que afirmam que a musicoterapia possui

influência positiva no tratamento para reabilitação cognitiva e de melhoras nas habilidades de comunicação e interação social [Wigram 2002; Padilha 2008], os achados em publicações que agregue a musicalização em ambientes virtual ainda são inconclusivos [Gattino 2009].

Logo, a utilização da musicalização em ambientes virtuais pode encorajar a participação ativa das crianças com autismo, permitindo-lhes que participem de procedimentos que serão realizados posteriormente no mundo real, propiciando um ambiente motivador para a aquisição de habilidades de socialização e interação.

1.3 Objetivo

Investigar o estado da arte em musicoterapia com auxílio computacional, definindo e construindo um protótipo funcional que auxilie no processo de socialização de crianças com TEA, através do desenvolvimento de atividades de musicoterapia. Para este objetivo ser atingido, pretendemos atingir os seguintes objetivos específicos:

- Definir a estrutura de um Ambiente Imersivo de Musicalização voltados para o desenvolvimento das habilidades de comunicação e interação social de crianças com transtornos do espectro autista;
- Verificar o efeito da musicalização em ambientes imersivos em crianças autistas;
- Prever o provável efeito da musicalização em ambientes imersivos no processo de comunicação e desenvolvimento da habilidade de interação social em crianças com TEA, através de inspeções no protótipo funcional desenvolvido.

1.4 Organização da Dissertação

Esta dissertação está estruturada como segue:

O Capítulo 2 descreve conceitos importantes, apresentando uma visão geral sobre Transtornos do Espectro do Autismo e Musicoterapia.

O Capítulo 3 aborda como é o desenvolvimento musical com suporte computacional, mostrando algumas ferramentas existentes e definindo uma nova ferramenta que auxilie no trabalho da musicoterapia para crianças com TEA.

O Capítulo 4 mostra como foi o processo de definição do Music Spectrum, relatando a metodologia de pesquisa, prototipação e arquitetura do sistema operacional iOS. Também é relatado como foi o processo de concepção e as decisões de design adotadas nesse protótipo.

No Capítulo 5 temos a avaliação do protótipo desenvolvido, através da inspeção de usabilidade conhecida como Método de Percurso Cognitivo e Inspeção de Comunicabilidade (MIS) realizada com inspetores experientes.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – TRANSTORNOS DO ESPECTRO AUTISTA E MUSICOTERAPIA

2.1 Transtornos do Espectro Autista

Denomina-se autismo a uma gama de transtornos, ora denominados Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (TID), ora denominados de Transtornos do Espectro Autista (TEA). Suas características foram identificadas e continuamente revisadas por diferentes autores [Drummond *et al.* 2002].

O autismo ou TEA refere-se a uma complexa família de distúrbios da socialização, com início precoce e curso crônico, que possuem um impacto variável em áreas múltiplas e nucleares do desenvolvimento, desde o estabelecimento da subjetividade e das relações pessoais, passando pela linguagem e comunicação, até o aprendizado e as capacidades adaptativas [Klin 2006].

De acordo com a 10ª Classificação Internacional de Doenças [CID-10] de 1991, o autismo é considerado como um TID, onde estaria presente um padrão de desenvolvimento atípico e/ou comprometimento, presente antes dos três anos de idade. O desenvolvimento atípico das habilidades da criança estaria relacionado a três áreas: interação social, comunicação e comportamento restrito e repetitivo. Essa tríade é a base para os critérios dos diagnósticos atuais, descritos no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV-TR).

O termo autismo surgiu originalmente com Kanner em 1943, quando o mesmo descreveu um grupo de crianças que apresentavam um quadro clínico raro, o qual a desordem fundamental era a incapacidade de estabelecer contato afetivo e interpessoal com outras pessoas [Drummond *et al.* 2002; Boulanger 2006; Klin 2006].

Com o passar dos anos, vários foram os autores que, ao estudarem crianças com sintomas patológicos semelhantes, dedicaram-se a estabelecer diferentes hipóteses e posições teóricas sobre o autismo, dedicando-se em aspectos bastante específicos do mesmo [Klin 2006; Dorsey e Howard 2011].

As décadas de 80 e 90 foram marcadas por diversos questionamentos científicos relevantes, os quais buscaram esclarecer se o autismo estaria relacionado apenas a déficits cognitivos ou implicaria na presença de déficits emotivo-sociais.

É neste cenário que começaram a desenvolver as primeiras teorias cognitivas para o autismo, as quais inicialmente foram propostas por Frith (1984) e Baron-Cohen *et al.* (1985). Para Frith [1984 *apud* Drummond *et al.* 2002; Boulanger 2006], as crianças com transtornos do espectro autista apresentariam uma insuficiência de atribuir estados intencionais aos outros, ao apresentarem um déficit específico na sua Teoria da Mente. Tal déficit afetaria a habilidade da criança para predizer o comportamento dos outros e tornar o mundo menos ameaçador.

2.1.1 Caracterização

Na ausência de um marcador biológico natural, o diagnóstico dos TEA é uma decisão clínica arbitrária [Gattino 2009], levando em consideração as observações e classificações dos Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD) do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV-TR) da *American Psychiatric Association* (2002). O DSM-IV-TR divide os TGD em quatro subgrupos, conforme a Tabela 2.1 mostra.

Tabela 2.1 – Subgrupos dos Transtornos Globais do Desenvolvimento.

Transtornos Globais do Desenvolvimento	Características
Transtorno Autista*	Autismo Clássico.
Síndrome de Rett	Desordem genética no desenvolvimento do cérebro pós-natal, causado por um gene simples, afetando predominantemente meninas.
Transtorno Desintegrativo da Infância	Regressão cognitiva, comportamental e na linguagem entre 2 e 10 anos, procedida de desenvolvimento completamente normal.
Transtorno de Asperger*	Desenvolvimento da linguagem na idade esperada, sem retardo mental.
Transtorno Global do Desenvolvimento – sem outras especificações*	Indivíduos com algumas características autistas, e não pertencem as categorias anteriores.

*Transtornos do Espectro Autista

Como ilustra a Figura 2.1, o autismo tem como principal característica uma tríade de prejuízo nas áreas da interação social, desvio na capacidade de comunicação tanto verbal quanto não verbal e ausência do uso de atividades imaginárias [Drummond *et al.* 2002; American Psychiatric Association 2002; Gil e Orts 2003; Gattino 2009].

A tríade é responsável por um padrão de comportamento específico e repetitivo, porém com condições de inteligência que frequentemente variam do retardo mental a níveis de QI acima da média [Yates e Couter 2009].



Figura 2.1 – Tríade do Autismo [Yates e Couteur 2009].

Gillberg [1990 *apud* Schwartzman e Assumpção 1995] afirma que o autismo é considerado uma síndrome comportamental com etiologias de um distúrbio de desenvolvimento, caracterizado por um déficit social, visualizado claramente pela

inaptidão de se relacionar com outras pessoas, frequentemente combinado com déficit de linguagem e alterações de comportamento.

Os jogos de imitação social ou brincadeiras de lazer variadas e espontâneas, apropriadas ao nível de desenvolvimento da criança autista, encontram-se ausentes [Passerino e Santarosa 2007]. Comumente, existe uma adesão aparentemente inflexível a hábitos restritos e não funcionais. Outra característica marcante é o “maneirismo” e as estereotipias motoras circulares. Essas crianças demonstram uma preocupação persistente com partes de objetos [American Psychiatric Association 2002].

Algumas pessoas com TEA têm dificuldades de desenvolvimento global das suas competências, enquanto outras possuem competências e habilidades elevadas em determinadas áreas (por exemplo, música, mecânica e cálculo), manifestando significativo atraso de desenvolvimento em outras áreas.

2.1.1.1 Déficit da Interação Social

Conforme Passerino e Santarosa (2007), do ponto de vista etimológico, interação social é a ideia de ação entre duas pessoas ou então a ação conjunta e interdependente de pelo menos dois participantes que produz alterações tanto nos sujeitos como na conjuntura na qual a interação se desenvolve.

A interação social pode ser considerada o motor do desenvolvimento cognitivo, sendo este, resultado de processos de mediação simbólica que acontecem na criação e uso dos signos dentro de um contexto. Sendo que o símbolo ou signo pode ser representado por algum objeto, seja físico ou não, cujo significado foi constituído pela sociedade. A interação é uma relação complexa que se desenvolve com a participação dos sujeitos e dos signos inseridos no contexto sociocultural [Vygotsky 1998; Wertsch 1999; Tomasello 2003, Gattino 2009].

Diversos autores avaliam o déficit da interação social no autismo como sendo um déficit trivial. Entre eles destacam-se Baron-Cohen (1990) e Hobson (1993).

Para Hobson (1993) a principal característica do autismo é a limitação de ter um “sentido da relação pessoal” e de vivenciar tal relação, ou de criar um significado para a interação social e conseqüentemente participar da mesma.

Porém, para Baron-Cohen (1990) essa limitação é uma falha na “representação do ser pessoa” devido à limitação da compreensão dos estados mentais das pessoas, denominado de Teoria da Mente.

Verifica-se que ambos os autores concordam no que diz a limitação da capacidade de compreensão, porém, discordam no que consideram a causa dessa limitação, pois Hobson (1993) acredita que essa limitação teria um caráter afetivo e não de capacidade de representação [Barth *et al.* 2004; Passerino e Santarosa 2007].

As habilidades de interação da criança devem ser interpretadas conforme o contexto onde a criança está inserida [Gattino 2009]. Geralmente, a criança possui delimitada habilidade em interagir ou relacionar-se com outras pessoas de forma socialmente aceitável, pois apresenta pouco contato visual, dificuldade de participar de atividades em grupo, limitação para expressar seus sentimentos e demonstrar afeto por outras pessoas [Frith 1984; Facion 1997; Costa 2000; Costa *et al.* 2001; Passerino e Santarosa 2007; Mitchell *et al.* 2007].

Um dos aspectos essenciais no estudo da interação social no autismo é que raramente crianças com TEA compartilham a atenção com outra pessoa sobre algum objeto ou evento particular. Possuem habilidade delimitada em focar a atenção visual de forma espontânea com alguma pessoa e atrair a atenção desta para realizarem juntos alguma atividade.

Geralmente, crianças com TEA possuem pouca ou nenhuma estratégia para dividir a atenção com os outros. Além disso, procuram evitar o contato visual com frequência, utilizando mais a percepção periférica do que a direta [Sigman e Capps 2000; Passerino e Santarosa 2007].

Com relação às características da interação social em crianças com autismo, Passerino e Santarosa (2007) as classifica em quatro grupos: Isolamento Social; Interação Passiva; Interação Ativa-porém-estranha e Interação Hiperformal. Todas estas categorias se diferenciam pelo grau de reciprocidade na interação estabelecida com outros sujeitos, sendo o isolamento social o grau mais severo entre os tipos.

2.1.1.2 Capacidade delimitada de comunicação e imaginação

Padilha (2008) afirma que é a causa mais frequente em consultas médicas nas crianças com TEA. Vai desde a ausência total de linguagem em uma criança de dois a três anos, até a alteração na compreensão pragmática da linguagem, ou seja, seu uso social.

Caracteriza-se pela dificuldade em utilizar com sentido os aspectos de comunicação verbal e não verbal, logo, utilizar-se de gestos, expressões faciais, linguagem corporal, musicalização, ritmo e modulação da linguagem verbal [Padilha 2008].

Várias crianças com transtorno do espectro do autismo não conseguem adquirir linguagem verbal rica. Quando possuem, existe a grande possibilidade de apresentar ecolalia, ou seja, repetir palavras ou sons que aprendem através das conversas com outras pessoas. Os indivíduos autistas normalmente ignoram a presença de objetos e eventos, o que os afasta a possibilidade de comunicação e interação social [Gattino 2009; Lidstone *et al.* 2009].

Frith (1984) acredita que por não conseguirem atingir meta-representações sobre signos e conceitos a respeito de estados mentais dos outros, tais como, desejo, necessidade, sentimento e emoção, a possibilidade de previsão de comportamento e comunicação dos mesmos seria muito reduzida.

2.2 A Musicoterapia e suas aplicações

A musicoterapia está em processo de definição como área da pesquisa científica por mais de 50 anos [Boulanger 2006]. Para diversas doenças como a esquizofrenia, dislexia, Parkinson e uma série de transtornos de desenvolvimento, musicoterapeutas vem tentando registrar e especificar os benefícios por meio de intervenções da música na vida dos pacientes [Overy 2003].

Alguns autores questionam a metodologia da musicoterapia, considerando-a falha, com abrangência limitada, critérios de avaliação injustificada e a eficácia do uso da música para tratamento cognitivo [Vink *et al.* 2004]. Porém, para Bruscia [1998 apud Gold *et al.* 2006] a musicoterapia é um processo científico, sistemático e de intervenção, o qual o terapeuta ajuda o paciente a promover saúde, utilizando de experiências musicais e as relações que se desenvolvem através delas, como forças dinâmicas de mudança.

As técnicas de musicoterapia incluem improvisação musical livre e estruturada. Os processos que ocorrem dentro da improvisação musical podem ajudar pessoas com transtornos do espectro autista a desenvolver sua capacidade de interação social, suas habilidades de comunicação e de imaginação [Wigram 2002; Gold *et al.* 2006].

As aplicações da musicoterapia estão ajudando no tratamento de diversas doenças e transtornos, como nos Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (*Rett*, Autismo); Transtornos alimentares; Distúrbios de aprendizagem, atenção,

hiperatividade, comportamento e linguagem; Síndromes de Down e Williams; dores crônicas; Parkinson; Alzheimer; esquizofrenia e stress.

Um exemplo tem sido o uso da musicoterapia no auxílio do tratamento da doença de Alzheimer [Boulanger 2006], doença de caráter progressivo e degenerativo que possui entre seus sintomas iniciais, o esquecimento, a dificuldade de estabelecer diálogos, as mudanças de atitude e a diminuição da concentração e da atenção. A musicoterapia ajuda a estimular a memória, a atenção, a concentração, o contato com a realidade e o esforço da identidade. Trabalha-se ainda a estimulação sensorial, a autoestima e a expressão dos sentimentos e emoções.

A melhor ajuda que o tratamento dos pacientes, utilizando a música, pode proporcionar, é que ela, como terapia, torna os obstáculos da doença mais amenos e mais fáceis de serem ultrapassados [Boulanger 2006; Gattino 2012].

A musicoterapia também vem se destacando no atendimento de crianças com TEA por facilitar a abertura de canal de comunicação verbal e não verbal através de experiências musicais, propiciando possivelmente o desenvolvimento de habilidades de comunicação, interação social e aprendizagem [Sampaio 2000; Goldstein 2002; Smith *et al.* 2009; Gattino 2009].

Para Boulanger (2006) antes de se trabalhar com música no processo de intervenção com usuários autistas, é preciso entender que o componente social de se fazer música serve para propiciar significativa participação social.

As crianças com TEA, especialmente nos primeiros anos, podem recusar ou ignorar qualquer tipo de contato com outra pessoa ou objeto, inclusive com familiares [Padilha 2008]. A música e a musicoterapia podem ser muito efetivas em reforçar e mudar o comportamento social das crianças com TEA através do uso de Ambiente de

Realidade Virtual [Peiper *et al.* 2003; Whipple 2004; Boulanger 2006; Gold *et al.* 2006; Gattino 2009; Pietrowicz *et al.* 2009].

Whipple [2004 *apud* Boulanger 2006] afirma que todo o processo serve para estabelecer papéis sociais, e uma consciência das necessidades dos outros membros no ambiente. Ao longo do processo, o terapeuta avalia, geralmente, com questionário e através, principalmente, da observação se o usuário com TEA mudou seu comportamento interno e externo ao grupo.

O uso de um ambiente de realidade virtual facilita a comunicação, estimulando o processo mental relativos à conceitualização, simbolismo e compreensão. Além de contribuir nas habilidades do comportamento sensitivo e motor, facilitando a interação social, criatividade e promovendo satisfação emocional das crianças com TEA [Rizzo 2001; Kern *et al.* 2006].

Boulanger (2006) afirma que é um desafio para os designers projetar para usuários com TEA por causa dos sintomas e observações neurais correlatas entre os indivíduos. A intervenção, na forma de alguma aplicação musical é adequada para examinar a contribuição dos vários aspectos da cognição ao comportamento exibido de um indivíduo com autismo. A musicalização em ambientes virtuais necessita de vários recursos cognitivos, tais como processamento visual e verbal; memória; programação motora e auditiva.

Padilha (2008) afirma que o uso de ambientes de realidade virtual pode romper com os padrões de isolamento e abandono social, contribuindo com o desenvolvimento sócio-emotivo. Sabe-se que a inabilidade de interação social é uma das principais características de crianças com transtornos do espectro autista.

Logo, romper este padrão e inserir a criança com TEA em ambientes virtuais é importante para acompanhar de forma prazerosa para as crianças, seu desenvolvimento cognitivo e perceptivo. Pelo seu caráter lúdico e de entretenimento, o ambiente pode fornecer um meio de interesse recíproco. Em vez de ameaçador, o ambiente se torna um meio de maior aproximação social das crianças com TEA, melhorando suas habilidades de comunicação, compreensão dos objetos e do processo de imaginação [Gil e Orts 2003; Padilha 2008; Gattino 2009].

2.3 Musicoterapia para incentivar comunicação verbal e não verbal

A utilização do tratamento musicoterapêutico com indivíduos autistas possui anos de tradição [Boulanger 2006; Gattino 2012]. O tratamento é utilizado para restaurar ou desenvolver habilidades sociais, emocionais, cognitivas, motoras e de comunicação verbal e não verbal de crianças com autismo.

Apesar da importância da comunicação no desenvolvimento de crianças com autismo e das pesquisas apontarem para a influência positiva da musicoterapia para tais crianças [Gold *et al.* 2006], os achados científicos sobre a influência da musicoterapia para a comunicação verbal e não-verbal de crianças autistas ainda são inconclusivos.

A musicoterapia no tratamento de uma criança autista pode ser eficaz na abertura de canais de comunicação, pois a terapia é concebida como possibilidade de mudanças significativas na vida do autista, tanto nos ambientes educacionais quanto no sócio/familiar.

Uma interessante proposta de aplicação de técnicas de musicalização encontra-se em Pietrowicz *et al.* (2009). Trata-se do *mWorlds*, uma estrutura aberta para a criação, uso distribuído e colaborativo da prática do uso do violino.

O *mWorlds* explora paradigmas de interação social e do controle do usuário na aprendizagem de violino, desenvolvendo e ampliando suas interfaces de controle e explorando os gestos humanos por meio de movimento e som. Tal ambiente utiliza das técnicas de aprendizagem de máquina e mineração de dados, através da análise dinâmica dos dados do sensor, compreendendo o comportamento dos usuários e fazendo o mapeamento das principais dificuldades, facilitando uma maior interação social e poder de comunicação de crianças autistas [Pietrowicz *et al.* 2009].

Por ser uma linguagem não verbal, a musicoterapia facilita a comunicação e a externalização dos sentimentos de crianças com autismo, facilitando o processo de comunicação e imaginação, estimulando o processo mental de simbolismo e compreensão.

Pietrobon (2012), musicoterapeuta, afirma que as atividades rítmicas tendem a organizar o ritmo interno do paciente, reduzindo os comportamentos estereotipados, ampliando a criatividade e promovendo uma satisfação emocional. Por meio dos sons, há melhora no desenvolvimento auditivo; gestos e danças estimulam a coordenação motora, o ritmo e a atenção; cantar e imitar sons estabelece e fortalece relações com o mundo real e seu ambiente diário.

Pelo seu caráter lúdico, a musicoterapia oferece uma opção de tratamento, aliviando as tensões e canalizando sentimentos, contribuindo para o desenvolvimento social, abrindo espaço para outras aprendizagens e melhorando-as [Gattino 2009].

CAPÍTULO 3 – MUSICOTERAPIA COM SUPORTE COMPUTACIONAL

3.1 Tecnologia Assistiva

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) se tornam cada vez mais presentes em nosso cotidiano, crescendo como instrumento de inclusão e interação em nossa cultura.

Quando nos referimos a pessoas com autismo, as TICs podem atuar como Tecnologia Assistiva (TA), quando: o próprio computador funciona como suporte para atingir um determinado objetivo; ou o objetivo final desejado é a utilização do próprio computador, sendo necessária a utilização de diversas técnicas que permitam ou facilitem esta tarefa.

Santarosa (1997) divide a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação em quatro áreas:

- As TICs como sistemas auxiliares ou prótese para a comunicação;
- As TICs utilizadas para controle do ambiente;
- As TICs como ferramentas ou ambientes de aprendizagem; e
- As TICs como meio de inserção;

As características presentes no autismo podem se tornar um grande obstáculo no processo de socialização e interação no decorrer da vida das crianças com autismo, privando-as de diversas experiências.

Consoante às características do autismo, Vygotsky (1998) destaca que a ação, a linguagem e os processos interativos, são de suma importância na construção das estruturas mentais superiores.

Portanto, desenvolver uma ferramenta que funciona como tecnologia assistiva é uma maneira concreta de auxiliar no processo de socialização e interação de crianças com TEA, pois ameniza as barreiras causadas pelos transtornos ao inserir essas crianças em ambientes reais, proporcionando uma maior interação e socialização das mesmas ao longo da vida.

Podemos definir TA como qualquer recurso ou serviço que possamos utilizar para ampliar habilidades de pessoas com dificuldades, promovendo sua inclusão.

Os recursos de tecnologia assistiva estão muito próximos do nosso dia-a-dia. Ora eles nos causam impacto devido à tecnologia que apresentam, ora passam quase despercebidos. Para exemplificar, podemos chamar de tecnologia assistiva uma bengala, utilizada por nossos avós para proporcionar conforto e segurança no momento de caminhar, bem como um aparelho de amplificação utilizado por uma pessoa com surdez moderada ou mesmo veículo adaptado para uma pessoa com deficiência [Manzini 2005, p. 82].

TA deve ser então entendida como um auxílio que irá promover a ampliação de uma habilidade funcional deficiente ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência, envelhecimento ou algum transtorno invasivo.

Logo, podemos dizer que no autismo os principais objetivos das Tecnologias Assistivas são: proporcionar à pessoa com TEA uma maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de suas habilidades de abstração, imaginação e interação [Lima e Castro 2012a].

3.2 Auxílio computacional a musicalização

As experiências de representação simbólica de atividades de vida diária trabalhadas em diferentes domínios do conhecimento, como a música, são muitas vezes ampliadas com o uso de software ou hardwares que apoiem tais atividades. Jesus (2008) relata que conceitos musicais podem ser adquiridos através do “fazer música” utilizando-se o computador como ferramenta.

O potencial atrativo da interação em ambientes imersivos tem proporcionado o surgimento de diversas interfaces interativas para criação e expressão musical, ajudando no processo da interação social.

Para Jesus (2008), os computadores podem ser usados como instrumento de criação musical baseado na experimentação, uma vez que podem fornecer um ambiente incentivador e interativo para explorações sonoras, possibilitando a construção do conhecimento.

Existem ferramentas computacionais que auxiliam no processo de interação social, como as que auxiliam no processo de musicalização de crianças com TEA. Algumas dessas ferramentas foram utilizadas como base para a definição do Music Spectrum. Os critérios utilizados para selecionar essas ferramentas, Portal EduMusical (2012), GenVirtual [Corrêa *et al.* 2007] e Magic Piano (2012), foram sua utilidade, direta ou indireta para a musicalização e educação musical, além do nível de interação, abstração, abrangência do conteúdo e quantidade de atividades previstas.

Outra ferramenta utilizada para a definição do Music Spectrum foi o AieLLO [Cunha 2011], ferramenta computacional que tem como objetivo ajudar crianças com autismo na aquisição de vocabulário. Apesar de não ser de musicalização, a ferramenta auxiliou na definição do Music Spectrum por ser um jogo projetado especificamente para crianças com TEA.

Nas seções a seguir são descritas as três ferramentas computacionais existentes que serviram como base para o processo de concepção e definição do Music Spectrum. Nas três ferramentas descritas, fizemos exploração livre, procurando relacionar os símbolos estáticos e dinâmicos de interface, cores e funcionamento geral que poderia ser compreendido por crianças com TEA, baseado na experiência que tivemos ao ver

crianças do espectro em sessões de musicoterapia e em exploração livre de aplicativos como o *tablet*.

3.2.1 EduMusical

É um portal interativo relacionado a música, e seu público alvo são crianças e adolescentes, embora, existem dicas para os professores também. Essa ferramenta é um Portal, ou site, e é representada no formato de um prédio, o que torna complicada a abstração de algumas ideias, como por exemplo, informações sobre a ferramenta, menu de apoio e jogar. A ilustração da ferramenta, figura 3.1, mostra uma visão geral bem dinâmica para as crianças navegarem, porém, no caso de crianças com TEA, o excesso de detalhes podem fazer com que se perca o foco na atividade a ser realizada.



Figura 3.1 – Visual inicial do Portal EduMusical.

Através dessa ferramenta a criança tem a capacidade de identificar a diferença dos sons entre cada instrumento musical, e com isso pratica sua audição em relação a detecção de sons musicais e percepção musical.

Através de uma exploração, observamos que a ferramenta utiliza bastantes objetos dinâmicos, utilizando-se de cores infantis. Apesar de ser importante para uma criança típica, o excesso de cores e de informações dinâmicas pela ferramenta, distrai crianças com dificuldade de manter a atenção em uma atividade, característica comum em crianças com TEA.

Apesar do excesso de cores e símbolos, o EduMusical possui uma boa interação na prática dos instrumentos que a ferramenta possui, podendo despertar o interesse da criança em praticar vários instrumentos. Também existem recursos de incentivo ao usuário, fazendo com que o mesmo permaneça no jogo.

3.2.2 GenVirtual

O GenVirtual é uma ferramenta desenvolvida com o conceito de Realidade Aumentada (RA), na qual utiliza-se de objetos do mundo real, que são mapeados em um Ambiente Virtual (AV). A ideia do GenVirtual é auxiliar na musicoterapia. O público alvo do jogo são pessoas com deficiências físicas e cognitivas.

Corrêa *et al.* (2007) relata que o jogo possibilita novas formas de interação com o computador, sem o uso de adaptações, através da realidade aumentada. Nos aspectos cognitivos, o jogo estimula a atenção, concentração e memorização de cores e sons emitidos a partir de objetos virtuais projetados no mundo real. A figura 3.2 ilustra o GenVirtual.

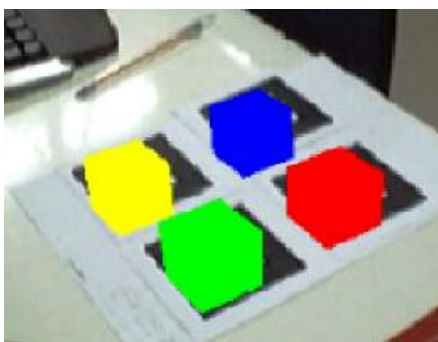


Figura 3.2 – Visão do jogo GenVirtual [Corrêa *et al.* 2007].

Para jogar no GenVirtual é necessário ter uma webcam e imprimir as cartas. Cada carta representa uma nota musical e um instrumento musical. Elas são utilizadas para compor uma música [Corrêa *et al.* 2007].

O GenVirtual utiliza técnicas simples para o auxílio à musicoterapia, como a facilidade de utilizar cartas, a qualidade gráfica e uso do design minimalista, facilitando o

processo de concepção e abstração das crianças com TEA, propiciando assim forte interação dos usuários.

3.2.3 Magic Piano

Ferramenta desenvolvida para dispositivos móveis, como iPad e iPhone. Possui versão também para os dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Assim como as ferramentas anteriores, o Magic Piano também é dedicado à música, só que especificamente para o uso do piano.

Sua interface de jogo é bastante interativa e simples, utilizando recursos gráficos de alta qualidade e de animações bem feitas. Apesar de a interface ser simples, o usuário às vezes fica confuso. Fica evidente tal situação na ilustração da figura 3.3, que mostra os detalhes da interface de jogo. A estratégia utilizada na interface de jogo foi a utilização de pequenas “bolinhas” brilhantes representando as notas musicais. Conforme as notas caem, o usuário deve tocá-las em uma região específica da interface. Porém, não fica claro para o usuário qual região que as notas devem ser tocadas.

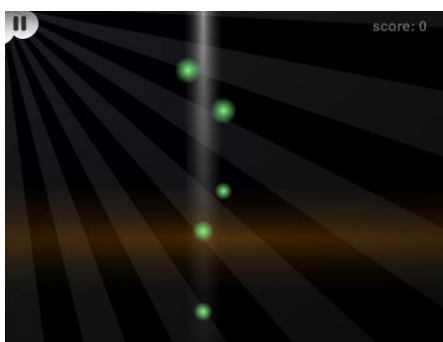


Figura 3.3 – Interface de jogo do Magic Piano.

Essa ferramenta é interessante no auxílio a musicoterapia, pois utiliza estratégias intuitivas e simples para o usuário. O fato das notas serem representadas por bolinhas brilhantes faz com que usuários não experientes possam tocar e assimilar conceitos presentes na Música, como Tempo, Ritmo e Acordes. Um aspecto negativo foi a ausência de mecanismos de bonificação e incentivo aos usuários ao final do jogo.

CAPÍTULO 4 – DESENVOLVIMENTO DO MUSIC SPECTRUM

4.1 Music Spectrum

O Music Spectrum é um protótipo de imersão musical implementado na plataforma iOS, proposto para crianças com TEA. Tem como objetivo despertar a criança com TEA em uma interação mais dinâmica e real, onde os usuários possam desenvolver uma compreensão de causa, papel e efeito em termos de situações sociais variadas. No Music Spectrum, o usuário é incentivado a explorar o instrumento musical violino, realizando atividades previamente cadastradas.

Durante o processo de concepção do protótipo, foi considerado que a pesquisa científica é formada por um conjunto de modelos metodológicos que procuram solucionar um problema proposto.

As próximas seções deste capítulo relatam a metodologia de desenvolvimento do Music Spectrum, assim como seu processo de concepção e decisões de design aplicadas ao protótipo.

4.2 Metodologia

A pesquisa científica para Andrade (2003) pode ser entendida como “um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos”.

Este entendimento permite correlacionar pesquisa com problema, ou seja, sem um questionamento, ou investigação por parte dos pesquisadores, não vai haver pesquisa. De uma dúvida ou problema, e com o uso devido de um método científico, busca-se uma resposta ou recurso [Lima e Castro 2012a].

Baseado em Rabello (2010), a presente pesquisa é de caráter tecnológico-qualitativo, tendo como princípio um levantamento de informações com as mães e profissionais especialistas em crianças com TEA com o objetivo de identificar os principais déficits de interação, desenvolvendo uma solução tecnológica que auxilie no processo de musicalização.

O modelo do processo de pesquisa e desenvolvimento do Music Spectrum é baseado em [Costa e Carvalho 2001; Rabello 2010] e possui quatro etapas bem definidas, conforme representa o esboço da pesquisa pela figura 4.1.

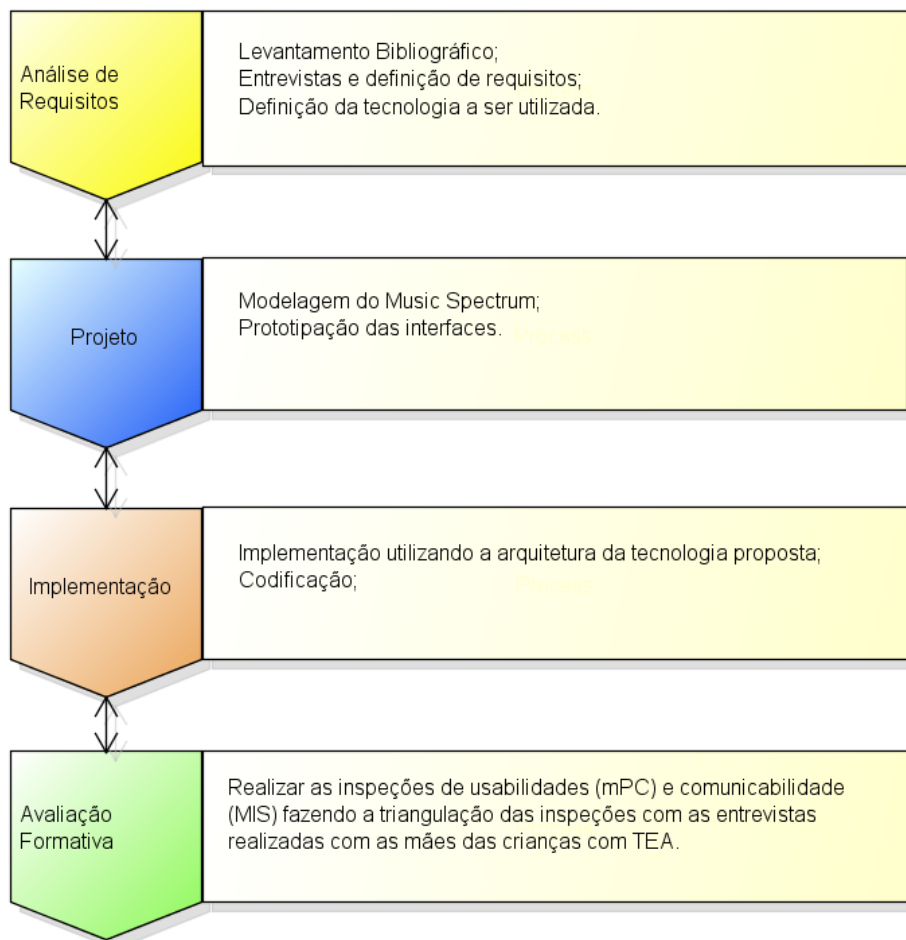


Figura 4.1 – Modelo de Pesquisa e Desenvolvimento do Music Spectrum.

Este modelo possibilitou uma maior interação entre pesquisador e especialistas durante o desenvolvimento do Music Spectrum, de maneira a gerar interfaces amigáveis e fáceis de serem manipuladas [Lima e Castro 2012a; 2012b].

Dessa forma, ante a implantação do Music Spectrum, foram realizadas as etapas de Análise de Requisitos, Projeto, Implementação e Avaliação Formativa, conforme as seções seguintes relatam.

4.2.1 Análise dos Requisitos

Na etapa de Análise de requisitos foram realizadas atividades fundamentais para a pesquisa, como: revisão bibliográfica detalhada através de trabalhos relacionados com autismo, ambientes computacionais de desenvolvimento musical e tecnologias assistivas; e uma análise e definição de requisitos do Music Spectrum, através de entrevistas semiestruturadas com mães de crianças autistas e musicoterapeutas, e pesquisa em blogs sobre musicoterapia e autismo.

A análise de requisitos foi essencial para a definição dos requisitos funcionais e não funcionais. A partir das informações levantadas nesta atividade, foram extraídos os requisitos necessários para a definição das tecnologias a serem utilizadas, e selecionada a mais viável para o projeto. As tecnologias propostas através da pesquisa bibliográfica, trabalhos relacionados e análise dos requisitos, foram a utilização da arquitetura *OpenSimulator (OpenSim)*, através da criação de um ambiente de musicoterapia em 3D, e da arquitetura iOS para dispositivos móveis da *Apple Inc.*

O *OpenSim* é um conjunto de servidores distribuídos com uma plataforma de código livre, multiusuário e que permite a criação e edição de aplicações e modelagem em 3D. O Ambiente é baseado na arquitetura cliente/servidor, onde o servidor mantém todas as informações sobre o mundo virtual e envia as atualizações para os clientes que transformam os dados em uma realidade 3D em tempo real e pode funcionar de dois modos: *StandAlone* e *Grid*, conforme a figura 4.2 ilustra.

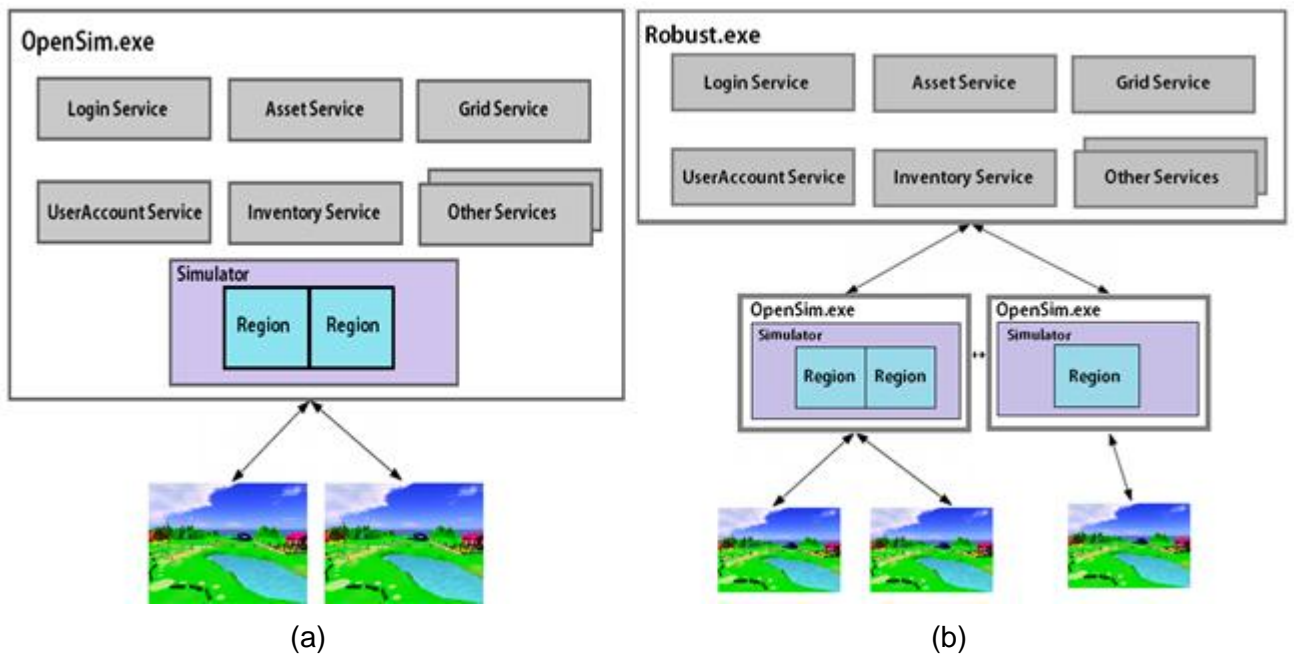


Figura 4.2 – Arquitetura do OpenSim nos modos (a) *StandAlone* e (b) *Grid*.

Contudo, não foi viável implementar o Music Spectrum na arquitetura *OpenSimulator* devido a restrições e ausência de uma biblioteca de áudio de violino no *Imprudence View*, software utilizado para fazer a conexão com o banco de dados do *OpenSim*.

A outra tecnologia apontada no levantamento foi a utilização do sistema operacional iOS para dispositivos móveis desenvolvidos pela Apple Inc., como iPad, iPhone e iPod. Verificou-se a possibilidade de se fazer um aplicativo para o dispositivo móvel iPad, conforme levantamento realizado nas entrevistas.

4.2.2 Projeto

Na fase de Projeto foram realizadas as etapas de modelagem e prototipação das telas do Music Spectrum.

Para conseguir desenvolver o Music Spectrum capaz de satisfazer as necessidades do usuário, com qualidade, por meio de uma arquitetura que aceita modificações de forma rápida, eficaz e com o mínimo de desperdício e retrabalho, é

necessário fazer o uso de modelagem. Modelagem é uma parte central das atividades e levam à implementação e implantação de um bom software [Blaha 2006].

A linguagem de Modelagem Unificada, ou UML, é uma linguagem padrão para especificar, visualizar, documentar e construir artefatos de um software e pode ser utilizada nos processos ao longo do ciclo de desenvolvimento e através de diferentes tecnologias de implementação.

A UML tem como objetivo prover aos desenvolvedores de software uma linguagem de modelagem visual completa, buscando descrever e documentar um projeto de software [Tonsig 2008].

O *Astah Community* foi a ferramenta CASE (ferramenta computacional de auxílio a Engenharia de Software) utilizada na modelagem dos diagramas de Casos de Uso e Navegação do Music Spectrum. É uma ferramenta de suporte grátis e uma das mais completas. Nesta seção, encontram-se os diagramas e uma breve descrição dos mesmos.

4.2.2.1 Modelagem

Caso de Uso é uma técnica de modelagem UML empregada para descrever quais as ações que um novo sistema, ambiente ou aplicativo deve realizar, como por exemplo, o Music Spectrum. Jacobson (1992) define casos de uso como “descrição narrativa de uma sequência de eventos que ocorre quando um ator, usuário, utiliza um sistema para realizar uma tarefa”. A partir da identificação dos requisitos funcionais tais como, Editar/Criar perfil, Coleção de Músicas e Jogar, foi possível a diagramação destes requisitos, empregando a especificação para Diagrama de Caso de Uso da UML. A seguir, a figura 4.3 ilustra a interação entre atores e casos de uso.

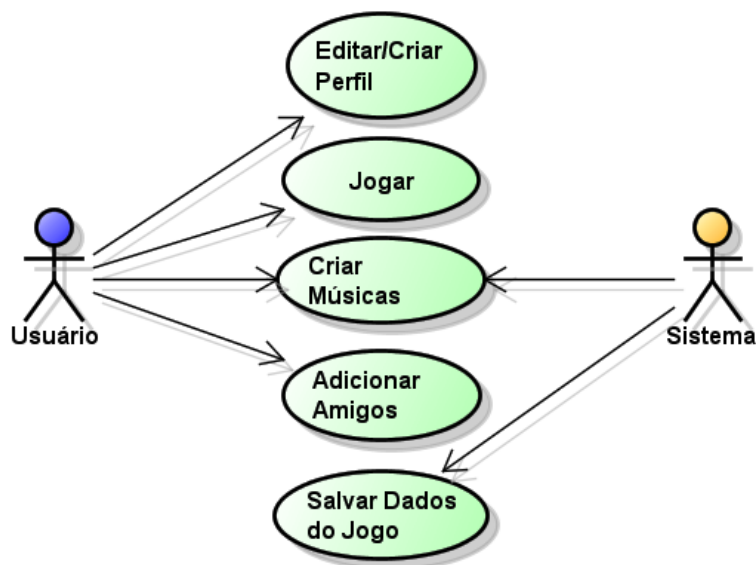


Figura 4.3 – Diagrama de Casos de Uso.

Na ilustração da figura 4.3 é possível observar dois atores, Usuário e Sistema. A interação do usuário é possível nos seguintes casos de uso: Editar/Criar Perfil, Jogar, Criar Músicas e Adicionar Amigos. Já o sistema é responsável por criar as primeiras músicas e salvar os dados do Music Spectrum.

As especificações dos casos de uso estão descritas a seguir:

Editar/Criar Perfil: No Jogo, os usuários poderão criar e editar seus perfis, informando seu nome e personalizando seu avatar, através de imagens previamente cadastradas no Music Spectrum ou até mesmo tirando uma foto do próprio usuário.

Jogar: No caso de uso Jogar, o usuário deve escolher uma música já cadastrada e poderá tocá-la seguindo uma sequência de notas. A interação entre usuário e o ambiente é realizada através do *touchscreen*.

Criar Música: No Music Spectrum, o sistema já vem com músicas previamente cadastradas. Porém, um usuário mais experiente poderá criar suas próprias músicas, mas tal possibilidade ainda não foi implementada.

Adicionar Amigos: Esse caso de uso é uma das possibilidades do Usuário. É possível adicionar novos amigos, desde que estejam cadastrados também.

Salvar Dados do Jogo: O sistema é o responsável por armazenar os dados informados pelos usuários, bem como as músicas a serem criadas.

Outro diagrama modelado foi o Diagrama de Navegação do Music Spectrum, ilustrado na figura 4.4. Tal diagrama tem como objetivo mostrar o fluxo de navegação e a interação entre as telas disponíveis.

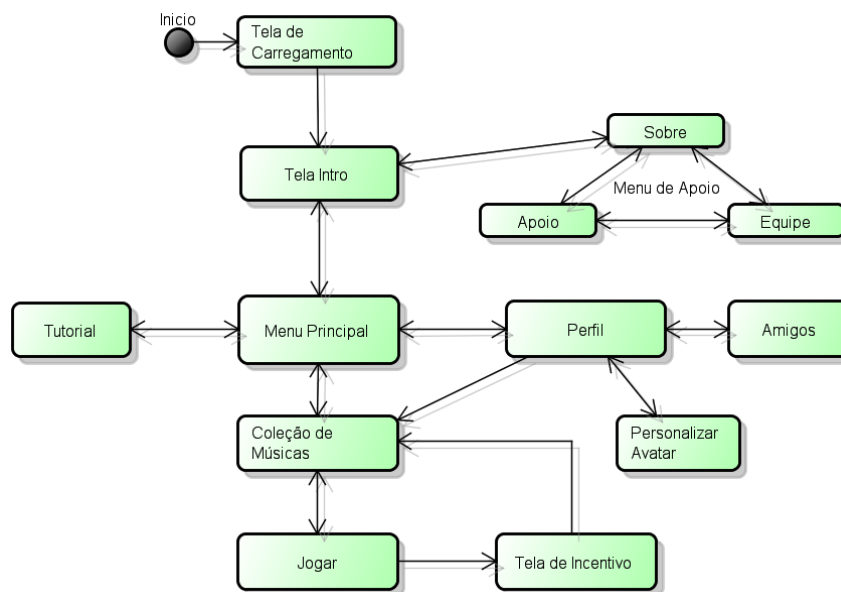


Figura 4.4 – Diagrama de Navegação do Music Spectrum.

Os diagramas ilustrados nas figuras 4.3 e 4.4 serviram como suporte a prototipação das telas do Music Spectrum, pois demonstram quais ações o ambiente deve executar, as interações existentes, além de mostrar a relação entre cada interface a ser projetada. As características dos protótipos de interface, assim como sua visualização são relatadas na seção 4.3.

4.2.3 Implementação

O Music Spectrum foi implementado na arquitetura iOS, utilizando a linguagem *Objective-C*. A escolha do iOS se deve ao fato de tal arquitetura atuar como um *middleware*, ou seja, uma camada intermediária entre a aplicação e o hardware do dispositivo, no caso, iPad.

O iOS possui quatro camadas de abstração [iOS Technology Overview 2012], conforme a figura 4.5 ilustra.

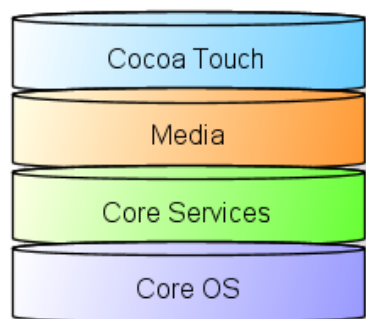


Figura 4.5 – Camadas de abstração do iOS.

A camada *Cocoa Touch* contém os principais frameworks necessários para a criação das aplicações. Os principais serviços gerenciados por essa camada são: *Storyboards* e *Cocos2D*, que são utilizados para criar o design das interfaces com o usuário; serviço de notificações locais; suporte ao compartilhamento de arquivos; suporte a displays externos e as *view controllers* do sistema padrão para algumas funções do aplicativo, como acesso a câmera.

Já a camada de mídia, ou *Media*, é uma das camadas mais importantes para o Music Spectrum, pois é a responsável por gerir os recursos de áudio, vídeo e computação gráfica. É responsável por disponibilizar uma série de tecnologias que podem ser utilizadas de forma a gerar a interface na tela do dispositivo. As tecnologias mais utilizadas foram a *Core Graphics* por suportar vetores 2D e a renderização de imagens; *Core Animation* que provê suporte avançado a animação das telas, característica fundamental no desenvolvimento de aplicações de suporte computacional a crianças com autismo; *Core Image*, *Audio* e *Text*, que oferecem suporte respectivamente a: manipulação de fotos e vídeos; implementação de recursos de áudio; e layout e renderização de textos.

As camadas inferiores, *Core Services* e *Core OS*, são de baixo nível de abstração, sendo desenvolvidas em C [iOS Technology Overview 2012]. São responsáveis respectivamente por: suporte a *SQLite*, *XML*, bibliotecas de desenvolvimento, acesso a arquivos, gerenciamento de memória do aplicativo; e suporte a comunicação com acessórios externos, questões de segurança, *OSK Kernel* e arquivos de sistema.

O Music Spectrum, bem como os outros aplicativos desenvolvidos em iOS, segue o paradigma de desenvolvimento de software MVC (*Model-View-Controller*), que tem como principal característica dividir a aplicação em três partes distintas, como ilustra a figura 4.6.

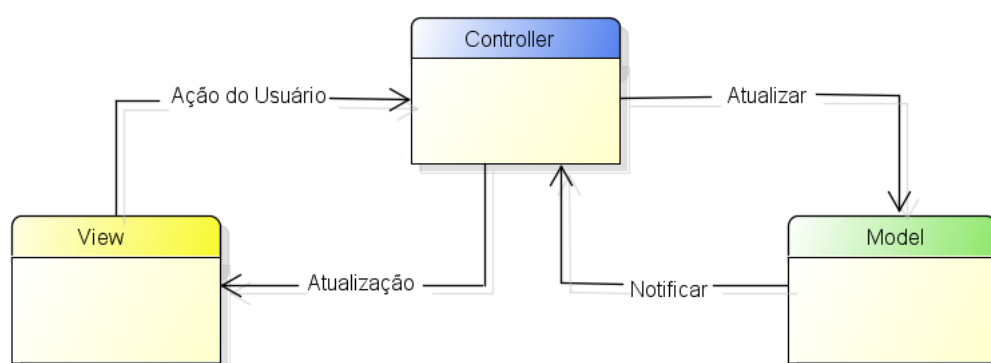


Figura 4.6 – Paradigma *Model-View-Controller* aplicado ao iOS.

O Modelo, ou *Model*, é o objeto que representa os dados do Music Spectrum. É responsável por gerenciar e modificar esses dados. Esta camada não possui conhecimentos específicos dos controladores (*Controller*) e das apresentações (*View*).

A *View*, ou apresentação exibe as informações contidas no *Model*. Como por exemplo, exibir a lista de músicas cadastradas no Music Spectrum. O diagrama de navegação apresentado na figura 4.4 mostra as *Views* disponíveis do aplicativo.

O *Controller*, ou controlador, é o objeto que responde às ações executadas pelo usuário, atuando sobre as informações disponibilizadas sobre o modelo, decidindo como o *Model* deverá alterar os dados e qual *View* deverá ser exibida, ou seja, é responsável

por acessar os dados do *Model* e exibi-los na *View*. Esse conceito fica visível no Music Spectrum quando o usuário solicita a personalização do avatar. O controlador recebe a solicitação, decide como o *Model* deverá alterar os dados lógicos e exibe a tela de personalização de avatar para o usuário.

4.2.4 Avaliação Formativa

Nesta etapa foram realizados testes com inspetores experientes, com o objetivo de verificar o nível de interação e design do protótipo, além de verificar o nível de participação nas atividades propostas.

Foram escolhidos dois métodos de inspeção: um baseado em usabilidade, Método de Percurso Cognitivo, e outro baseado em comunicabilidade, o Método de Inspeção Semiótica (MIS). O primeiro foi proposto por Wharton *et al.* (1994) e se baseia na teoria cognitiva. A inspeção é realizada por inspetores experientes e tem como objetivo avaliar o protótipo em relação à facilidade de aprendizagem e interação via exploração. O segundo foi proposto em [Souza *et al.* 2010] e sugere também a aplicação do método por pelo menos dois inspetores para o resultado ficar mais preciso.

Já a análise da interação entre usuário e protótipo, além no nível de participação nas atividades propostas, foi realizado através de questionário aplicado aos mediadores de crianças com TEA que tem experiência na utilização de aplicativos, uma vez que não houve tempo hábil para a realização de testes com usuários.

As estratégias de avaliação e demais informações sobre as inspeções de usabilidade e comunicabilidade estão relatadas no Capítulo 5.

4.3 Concepção do Music Spectrum e decisões de projeto

O processo de concepção do Music Spectrum é complexo, devido à necessidade de possuir conhecimentos e informações sobre as características das crianças com TEA e de musicalização [Lima e Castro 2012b].

A proposta do Music Spectrum é auxiliar na intervenção musical de crianças com TEA com objetivo de examinar a contribuição dos vários aspectos da cognição ao comportamento exibido da criança, tais como nível de interação e participação.

O público alvo do Music Spectrum são crianças na faixa etária de cinco a quatorze anos. Apesar das diferentes formas de manifestação dos TEA, existem características comumente encontradas nos transtornos [Cunha 2011] que foram consideradas no design do protótipo.

Boulanger (2006) afirma que é um desafio para os designers projetar para usuários com TEA, por causa dos sintomas e observações neurais correlatas entre os indivíduos e devido o processo de design centrado no usuário, uma vez que o usuário neste caso não se comunica adequadamente.

Para possibilitar o processo de design centrado no usuário, profissionais experientes e mães de crianças com TEA participaram da elaboração do Music Spectrum. Suas informações, relatos e experiências sobre como devem ser realizadas as atividades de musicalização e sobre as características das crianças foram importantes no processo de concepção do design e funcionalidades do protótipo.

Com o objetivo de poupar as crianças de qualquer prejuízo ou estresse, não houve participação delas nesse processo de concepção.

A interface do Music Spectrum foi projetada para ser minimalista, pois pesquisas indicam que as chances das crianças com TEA manterem o foco e assimilarem as

atividades propostas em interfaces projetadas dessa forma são maiores [Grynszpan et al. 2008; Cunha 2011].

A prototipação da interface levou em consideração os fatores mais comuns que os usuários normalmente apresentam [Cunha 2011], como boa memória, excelente processamento gráfico, relação por rotinas e atenção centrada nos detalhes.

A figura 4.7 ilustra o design minimalista presente no Music Spectrum, com apresentação de informações relevantes, uso ameno das cores e padrão de interface.



Figura 4.7 – Interfaces do Music Spectrum, como (a) *Splash Screen* e (b) Introdução.

A figura 4.7 (a) representa a *splash screen*, ou tela de carregamento. A tela é mostrada enquanto o Music Spectrum está carregando. A única informação disponível é o nome do protótipo. Quando o Music Spectrum já carregou, uma nova tela aparece, a tela de introdução, conforme fica visível na figura 4.7 (b). A tela de introdução serve para mostrar informações importantes do projeto, como equipe de desenvolvimento, informações sobre o protótipo e apoio, além de ser possível acessar o menu principal.

A partir do diagrama de navegação exposto na figura 4.4, foram adotadas decisões de design baseadas no trabalho de Cunha (2011). As decisões foram:

Ambiente controlado e seguro: Conforme mencionado em capítulos anteriores, o autismo é caracterizado por uma tríade. Apesar de possuir a tríade, crianças com TEA

possuem habilidades e necessidades diferentes. A diferença entre os indivíduos pode ser imensa [Cunha 2011] mesmo em crianças de faixa etária similar [Schwartzman e Assumpção 1995; Boulanger 2006]. Consoante a esse pensamento, no protótipo desenvolvido foram desenvolvidas algumas funcionalidades controladas, como personalizar perfil, ilustrado na figura 4.8. O usuário pode personalizar seu perfil, informando seu nome e escolhendo um avatar. No protótipo, o usuário não se depara com problemas que afetem a segurança do mesmo.



Figura 4.8 – Interface de Perfil.

Uso de Avatares: Estudos indicam que o uso de avatares, humanos ou não, influenciam de forma positiva no processo de interação de crianças autistas [Drummond *et al.* 2002; Konstantinidis *et al.* 2009; Cunha 2011]. No Music Spectrum, é possível personalizar o avatar, escolhendo entre a opção de o avatar ser sua própria foto ou escolher uma imagem previamente armazenada no ambiente, conforme a figura 4.9 mostra. Na parte esquerda da figura 4.9 é possível observar o conjunto de avatares disponíveis, que é formado por personagens de desenho animado, ilustração de pessoas, animais e paisagens.

Na parte direita, fica a parte de pré-visualização do avatar. Serve como suporte a decisão a ser tomada pela criação na personalização. Ainda é possível cancelar ou salvar as modificações, conforme os botões na parte inferior da figura mostram.



Figura 4.9 – Interface de personalização do avatar.

Interfaces com enfoque visual: No levantamento bibliográfico verificou-se que uma das dificuldades mais comuns entre pessoas com autismo é a limitada capacidade de abstração. Baron-Cohen (1990) e Hobson (1993) acreditam que pessoas com autismo possuem baixa capacidade de compreensão, e habilidade delimitada em focar a atenção visual de forma espontânea em determinadas situações.

Cunha (2011) relata em sua pesquisa, que geralmente quando as crianças com autismo se deparam com figuras ou interfaces complexas, elas mantêm a atenção em apenas um dos detalhes e não na interface toda. Pensando nisso, as interfaces do Music Spectrum foram projetadas com o objetivo de focar a atenção da criança nas principais atividades a serem realizadas.

A figura 4.10 ilustra o Menu Principal do Music Spectrum. Observa que são três atividades em destaque, sendo que o Tutorial serve como auxílio ao jogo. A opção Jogar, presente no centro da figura 4.10, tem como objetivo manter o foco do usuário no jogo. Outra opção também presente é a personalização do perfil, descrita anteriormente.



Figura 4.10 – Interface do Menu Principal do Music Spectrum.

Em geral, o Music Spectrum possui interfaces simples, com objetos e animações relativamente fáceis de serem abstraídos, possibilitando o foco na tarefa a ser realizada na interface, como mostram as várias interfaces do protótipo demonstradas ao longo deste capítulo.

Interação Controlada: Cunha (2011) afirma que ao contrário de crianças típicas, crianças com TEA preferem interfaces previsíveis e estruturadas. Logo, preferem estar no controle da interação. Pensando assim, a interface de jogo foi projetada com o objetivo de fazer com que a criança toque as notas em uma posição fixa, conforme a figura 4.11 mostra.



Figura 4.11 – Interface Jogar mostra um (a) contador antes de (b) jogar.

Porém, antes da interface de “Jogar”, aparece uma interface de selecionar a música a ser tocada, conforme a figura 4.12 ilustra.

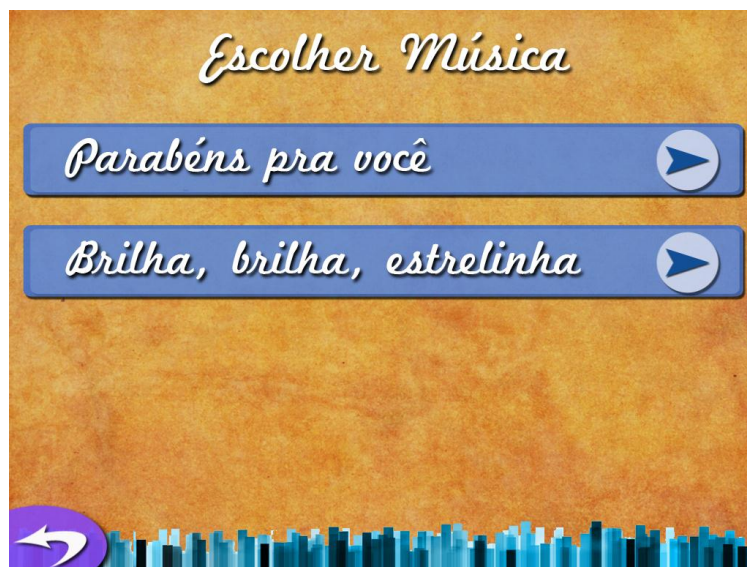


Figura 4.12 – Interface para selecionar a música.

Depois que o usuário escolhe uma música, a interface do jogo carrega, mostrando inicialmente um contador em ordem decrescente que começa em cinco segundos, como ilustra a figura 4.11(a). Tal contador serve para preparar a criança para a interação das notas musicais. Logo após o contador, figura 4.11 (b), as notas musicais da música selecionada anteriormente, figura 4.12, começam a aparecer na corda correspondente quando se toca um violino real. A criança deve tocar a nota quando a mesma chegar à área amarela. Ao acertar a nota, o círculo amarelo se transforma em verde, mostrando que o usuário acertou. O jogo não prevê penalidades aos erros possivelmente cometidos pelas crianças.

Incentivos: Pesquisas afirmam que o uso de mecanismos de incentivo podem ajudar as crianças com TEA a manterem o foco na tarefa que estão realizando. Nas entrevistas com as mães e com especialistas, verificou-se também que é bastante comum em intervenções, o incentivo ou bonificação ao final das atividades que a criança deve realizar. Assim, o Music Spectrum projetou a interface de incentivo ou

congratulações, independente da taxa de acerto e erro da criança. A figura 4.13 ilustra a interface de congratulações, com estrelas brilhando. A interface surge ao final do jogo.



Figura 4.13 – Interface de incentivo do Music Spectrum.

CAPITULO 5 – AVALIAÇÃO DO MUSIC SPECTRUM

O Music Spectrum foi inspecionado por dois métodos, o Método de Inspeção Semiótica (MIS) e Método de Percurso Cognitivo (mPC). A escolha desses dois métodos de avaliação se deu pelo objetivo de avaliar os aspectos relacionados com a usabilidade e comunicabilidade de interfaces a fim de detectar problemas de projeto, fazendo recomendações para a eliminação de tais problemas.

Os problemas de usabilidade e comunicabilidade estão relacionados a aspectos de uma interface de usuário que podem causar problemas na aprendizagem de uso, no uso eficaz do sistema, interação do usuário e *feedback* do ambiente para o usuário.

As inspeções foram realizadas por quatro especialistas, sendo: um desenvolvedor, um engenheiro de software e dois designers de interface digital. Foram realizadas oito inspeções no total, sendo que cada inspetor realizou duas inspeções, sendo uma inspeção aplicando o MIS e a outra com o mPC.

Ao fim das inspeções, foi imprescindível realizar uma triangulação das análises das inspeções com as respostas do questionário aplicado às mães das crianças com TEA. A triangulação teve como objetivo verificar os principais pontos levantados durante a aplicação dos questionários e mostrar como tais pontos foram projetados, mostrando a metacomunicação do Music Spectrum.

As próximas seções abordam mais detalhadamente os procedimentos adotados em cada inspeção e na triangulação.

5.1 Método de Inspeção Semiótica

O Método de Inspeção Semiótica (MIS) é um método baseado na Engenharia Semiótica [Souza *et al.* 2010] que permite ao inspetor, analisar a comunicabilidade da interação em ferramentas computacionais, preocupando-se com os significados da interface com o usuário expressos pelo designer. O método auxilia os inspetores a anteciparem os tipos de consequência que as escolhas de projeto (design) podem trazer quando usuários reais interagem com o sistema [Castro e Fuks 2009].

A Engenharia Semiótica é uma teoria explicativa da Interação Homem-Computador (IHC), ou seja, uma teoria que nos permite entender os elementos abrangidos no processo de design, do uso e da avaliação de um sistema interativo.



Figura 5.1 – Modelo de abordagem da Engenharia Semiótica.

A ilustração da figura 5.1 mostra o modelo de abordagem da Engenharia Semiótica, onde o designer envia para os usuários uma mensagem por meio da interface, cujo conteúdo é o modelo conceitual da aplicação. A mensagem do designer, por definição, deve ser interativa e dinâmica, pois é formada por um conjunto de signos, ou seja, palavras, gráficos, figuras, e sons, trocados entre o sistema e o usuário durante todo o processo de interação.

A ideia de comunicabilidade na Engenharia Semiótica proposta por Souza *et al.* (2005) é apresentada como uma mensagem na interface de usuário enviada pelo engenheiro para o usuário conforme sua visão de engenheiro, figura 5.1.

O MIS se baseia na avaliação dos signos os quais estão presentes na interface de usuário. Estes signos são classificados como signos estáticos, signos dinâmicos e signos metalinguísticos.

O Método é aplicado em cinco etapas, conforme ilustra a figura 5.2.

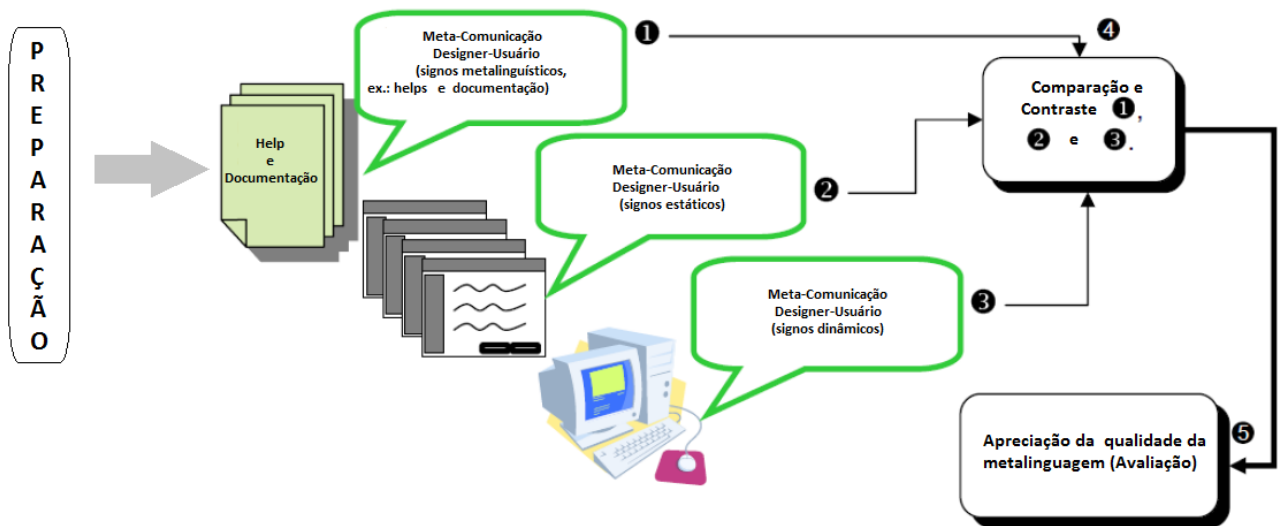


Figura 5.2 – Etapas do MIS.

As próximas seções explicam as cinco etapas do MIS, bem como a fase de Preparação para a realização da inspeção.

5.1.1 Preparar Inspeção Semiótica

Antes de se iniciar a aplicação das cinco etapas do MIS, existe a necessidade de se passar por uma fase prévia, chamada de preparação, que envolve um levantamento da documentação existente tanto *on-line* quando *off-line*. Isso permite investigar as estratégias usadas pelos designers para comunicar quais são, e como usar, as funções básicas de uma ferramenta computacional interativa, bem como definir o escopo do problema, perfil do usuário e do cenário que será analisado [Souza 2005; Oliveira *et al.* 2008; Castro e Fuks 2009; Souza *et al.* 2010].

Como fontes de informação foram utilizados os trabalhos apresentados em dois eventos, o DSAI 2012, *4th International Conference on Software Development for*

Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion [Lima e Castro 2012a], e o 9º SBSC, Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos [Lima e Castro 2012b].

Na definição do escopo do problema, o inspetor interagiu entre as diferentes interfaces do Music Spectrum, identificando o cenário proposto.

O perfil dos usuários que utilizarão o Music Spectrum são crianças com TEA que apresentam um quadro de manifestação moderado dos transtornos, na faixa etária de sete a quinze anos. O perfil dos inspetores que aplicaram o MIS foi informado no início do Capítulo.

Antes da aplicação dos outros passos, o seguinte cenário foi definido: “Carlos é uma criança com dez anos e é diagnosticado com TEA desde os dois anos. Desde o diagnóstico, Flávia, mãe de Carlos, leva o filho para intervenções de especialistas, como psicólogo, fonoaudiólogo, psiquiatra e terapeuta comportamental. Desde então, Carlos desenvolveu algumas habilidade sociais, com destaque para a Música. Percebendo tal habilidade, Flávia, pretende utilizar um aplicativo de musicalização para o iPad, possibilitando que o Carlos se interesse mais pela Música e que o aplicativo auxilie nas aulas de musicoterapia tradicional, possibilitando uma maior interação social da crianças nas aulas tradicionais. Sabendo deste contexto, procure criar no Music Spectrum um perfil para Carlos, informando nome e personalizando avatar, depois procure tocar alguma música, observando características do design interativo e centrado no usuário. Porém, antes de Flávia utilizar o Music Spectrum, ela pretende ter informações sobre o aplicativo, como objetivo, desenvolvedores e ajuda. Com esse cenário definido, como você faria para realizar as tarefas propostas utilizando o Music Spectrum?”.

Nas seções seguintes são analisados os procedimentos realizados na aplicação das inspeções em cada etapa do MIS.

5.1.2 Analisar os signos metalinguísticos

Nesta etapa, foram realizadas inspeções (*on-line* e *off-line*) tanto em [Lima e Castro 2012a; 2012b] quanto na versão para iPad do Music Spectrum, buscando a meta-mensagem do designer para o usuário.

[*O que eu aprendi que você quer ou precisa fazer, de que forma e porque*] [Suescún *et al.* 2011]. Conforme o escopo do Cenário definido, Lúcia, mãe da criança com autismo, precisa de material de ajuda que esteja disponível tanto dentro da aplicação, quanto em outras fontes, com informações sobre como utilizar e para que serve a aplicação e cada componente da interface.

Durante a inspeção, constatou-se a presença de várias mensagens com signos metalinguísticos, tais como o menu de apoio “Sobre” e Tutorial, conforme ilustra os círculos vermelhos na figura 5.3.

[*Este é o sistema que eu projetei para você e essa é a maneira pela qual você pode ou deve utilizá-lo de forma que preencha uma variedade de propósitos que coadunam com esta visão*] [Suescún *et al.* 2011]. As ajudas aparecem quando o usuário seleciona a opção Sobre na tela inicial do Music Spectrum, conforme ilustra a figura 5.3(a). Na figura 5.3(b), há ainda os menus de apoio, Sobre, Quem Somos e Apoio. Essas opções servem como suporte as mães para saber informações fundamentais sobre o Music Spectrum.



Figura 5.3 – Signos metalinguísticos no Music Spectrum. (a) Tela Inicial, (b) Menus de Apoio e (c) Tela Principal.

Contudo, nas inspeções, constataram-se a ausência de alguns menus importantes, como Perguntas Frequentes (FAQ), Fórum e Termos de Uso, conforme verifica-se a ausência dos mesmos na figura 5.3. Apesar da ausência desses menus, os inspetores concluíram que a interação da criança no jogo não altera, já que a opção Tutorial já explica como jogar.

5.1.3 Analisar Signos Estáticos

Na análise dos signos estáticos, verificaram-se algumas características presentes no Music Spectrum, com seus botões, menus, ícones, layout e imagens estáticas. Na mensagem de comunicação [O que eu aprendi que você quer ou precisa fazer, de que forma e porque] [Suescún et al. 2011], o usuário precisa ter recursos semelhantes

oferecidos em uma aula de musicalização, ou seja, é preciso que no Music Spectrum, o uso do violino seja semelhante ao mundo real.

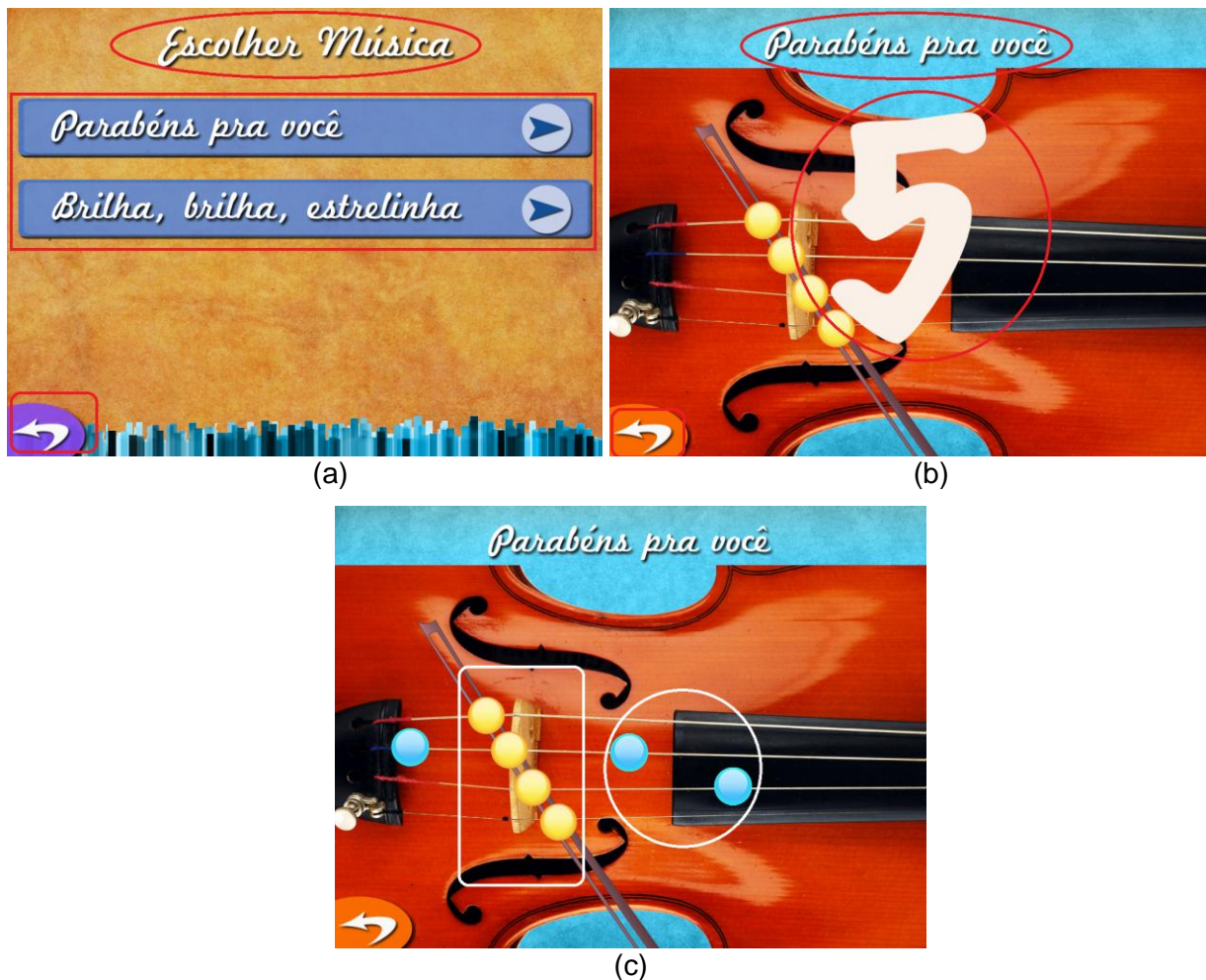


Figura 5.4 – Signos estáticos e dinâmicos no Music Spectrum, como as opções (a) escolher música, (b) Jogar, mostrando o contador e (c) Jogar, mostrando as notas musicais.

A figura 5.4 mostra quando o usuário seleciona a opção Jogar. Uma nova interface é mostrada ao usuário, com o objetivo de selecionar a música a ser tocada, como ilustra a figura 5.4(a). A opção de escolher música é ao mesmo um signo estático como dinâmico. Quando se escolhe a música, a tela de jogo é carregada, conforme ilustra a figura 5.4(b). Verifica-se a presença de um contador, fazendo com que a criança espere a contagem para começar a jogar. Na figura 5.4(c), verifica-se a presença dos signos estáticos e dinâmicos, sendo que o círculo branco representa os signos estáticos, pois são notas musicais que aparecem conforme o andamento da música. Já o retângulo branco mostra os signos estáticos, pois as 'bolinhas amarelas'

representam o local que o usuário realmente utiliza para tocar. Essas “bolinhas amarelas” são estáticas e faz parte do escopo da interface, assim como o botão representando a opção “voltar”. Tal botão está presente em todas as interfaces do jogo, exceto na primeira interface, figura 5.3(a).

Para os inspetores, uma simples estratégia utilizada no jogo foi que o usuário não precisa de nenhum tipo de conhecimento sobre música para tocar, pois as músicas disponíveis aos usuários são pré-determinadas pelo Jogo e as notas musicais são representadas por “bolinhas azuis” e são tocadas em uma posição determinada pelas “bolinhas amarelas”.

5.1.4 Analisar Signos Dinâmicos

[O que eu aprendi que você quer ou precisa fazer, de que forma e porque] [Suecún *et al.* 2011]. Conforme as inspeções, o aplicativo possui um padrão de layout centrado no usuário que facilita a comunicação, o entendimento das tarefas a serem feitas e a interação da criança no Music Spectrum. Cada interface representa um objetivo e evento diferente, conforme se verifica nas figuras ilustradas ao decorrer deste capítulo.

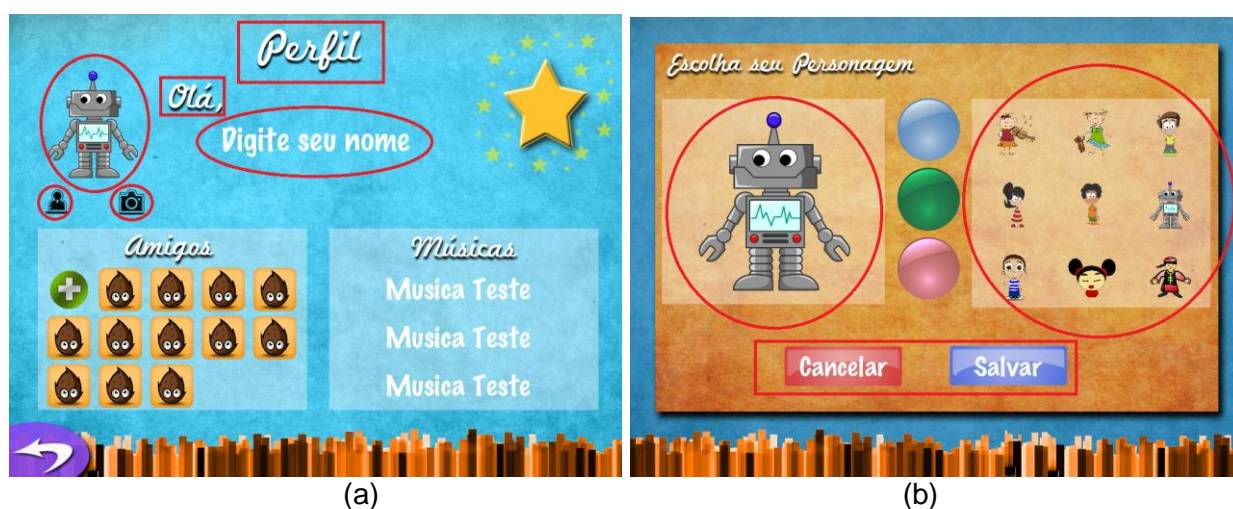


Figura 5.5 – Signos dinâmicos nas interfaces de (a) Perfil e (b) Escolher avatar.

Como definido no escopo do cenário, o usuário precisa informar alguns dados, como nome e personalização do avatar, como ilustra a Figura 5.5.

Segundo os inspetores, a interação na edição do perfil é bem intuitiva, fazendo com que o usuário apenas utilize o toque para informar o seu nome, conforme ilustra a figura 5.5(a). Na mesma figura, há dois ícones que representam respectivamente, escolher avatar previamente cadastrado ou tirar sua própria foto. Ainda é possível adicionar amigos, visualizar pontuação e músicas. Contudo, a opção adicionar amigos não foi desenvolvida. Para os inspetores, essa ausência não afeta a interação no Music Spectrum, pois há a necessidade inicial das crianças com TEA de interagirem mais com o a opção “Jogar”.

Todos os inspetores afirmaram que os signos representados por círculos vermelho na figura 5.5(b) são considerados dinâmicos já que oferecem a possibilidade de transição de estado na interface como consequência das ações realizadas pelos usuários sobre eles.

5.1.5 Comparação e Avaliação

Na análise entre os signos observados, metalinguístico, estático e dinâmico, observam-se alguns erros comuns dos projetistas, como a ausência de menus referentes à ajuda e FAQ. Porém, verificou-se que a ausência dessas informações não afeta a interação e comunicação do Music Spectrum.

Outra análise realizada foi sobre a disposição dos menus dos símbolos da interface. Por adotar um padrão de interface que não gera confusão ao usuário, o Music Spectrum consegue fazer com que o usuário mantenha o foco nas atividades principais. Por exemplo, a opção “Jogar” fica ao centro da Tela Principal e também existe a presença de várias notas musicais no layout, fazendo com que o usuário associe o jogo a musicalização.

Os símbolos apresentam consistência com o significado de cada um. Por exemplo, um símbolo representando uma seta para a esquerda sempre faz a ação de “voltar” a tela anterior.

No Music Spectrum, observa-se que os símbolos gráficos são bem esquematizados e simples, o que torna o aplicativo mais simples de se usar, possibilitando que a criança tenha uma sensação de bem-estar. Em todas as interfaces do aplicativo há a presença de uma música infantil de fundo. Tal música toca em volume bem baixo, evitando causar irritação. Porém, nas inspeções não foi constatada a possibilidade de cancelar tal música.

Em geral, os inspetores avaliaram a interação do Music Spectrum como sendo muito boa, intuitiva e dinâmica, facilitando o processo de adoção de tal aplicativo em aulas de musicoterapia tradicional.

Conforme descrito por Souza *et al.* (2010), para a avaliação qualitativa do MIS ser satisfeita, é recomendável fazer uma triangulação com outros métodos de inspeção. Na seção 5.4, encontra-se a triangulação das inspeções semiótica e percurso cognitivo com as entrevistas realizadas com os mediadores de crianças com TEA.

5.2 Método de Percurso Cognitivo

O Método de Percurso Cognitivo (mPC) é um método de inspeção de usabilidade que tem como foco principal avaliar a facilidade de aprendizagem, particularmente por exploração [Wharton *et al.* 1994; Salgado *et al.* 2006].

É um método baseado na Engenharia Cognitiva, sendo que quanto maior o nível de complexidade da tarefa a ser realizada, proporcionalmente maiores são as dificuldades de entendimento, aprendizado e execução da tarefa [Salgado *et al.* 2006].

Como método de inspeção, o mPC avalia o quanto a interface facilita a exploração e aprendizado do software por parte do usuário, através de um processo de exploração. Este objetivo está sintonizado com a ideia de que as pessoas ao se depararem com algo novo, naturalmente tentam entender do que se trata, explorando o software em um contexto real, fato constatado em estudos empíricos [Carroll e Rosson 1987; Salgado 2006].

A inspeção é normalmente realizada por especialistas em computação (desenvolvedores, engenheiros de software) e designers (especialistas em interfaces digitais). No caso da inspeção realizada no Music Spectrum através do mPC, os inspetores foram os mesmos do MIS, sendo quatro inspetores no total (um desenvolvedor, um engenheiro de software e dois designers de interface digital).

O método é aplicado em duas fases: preparação e análise. As seções a seguir relatam as análises das inspeções realizadas nas duas fases.

5.2.1 Fase de Preparação

Nesta fase são definidos os usuários-alvo, cenário, tarefas a serem inspecionadas, a sequência das ações para cada tarefa e as interfaces que serão objeto de análise. Estas decisões podem ser tomadas ora pela equipe de desenvolvimento, ora pelos inspetores, através da navegação geral pelo software e análise da documentação e dos modelos de interface apresentados.

Para a definição do cenário, das tarefas e sequência de ações, o conhecimento dos inspetores a cerca dos usuários-alvo com relação à tarefa e à interface é sempre levado em consideração. As tabelas 5.1 e 5.2 mostram respectivamente o cenário proposto e as tarefas a serem realizadas, bem como a sequência de ações para cada tarefa.

Tabela 5.1 – Cenário proposto para as inspeções.

Cenário Proposto
Carlos é uma criança com dez anos e é diagnosticado com TEA desde os dois anos. Desde o diagnóstico, Flávia, mãe de Carlos, leva o filho para intervenções de especialistas, como psicólogo, fonoaudiólogo, psiquiatra e terapeuta comportamental. Desde então, Carlos desenvolveu algumas habilidades sociais, com destaque para a Música. Percebendo tal habilidade, Flávia, pretende utilizar um aplicativo de musicalização para o iPad, possibilitando que o Carlos se interesse mais pela Música e que o aplicativo auxilie nas aulas de musicoterapia tradicional, possibilitando uma maior interação social das crianças nas aulas tradicionais. Sabendo deste contexto, procure criar no Music Spectrum um perfil para Carlos, informando nome e personalizando avatar, depois procure tocar alguma música, observando características do design interativo e centrado no usuário. Porém, antes de Flávia utilizar o Music Spectrum, ela pretende ter informações sobre o aplicativo, como objetivo, desenvolvedores e ajuda.

Como se observa, o cenário proposto para ser inspecionado no mPC é o mesmo utilizado no MIS, conforme mostra a Tabela 5.1. Com o cenário definido, os desenvolvedores, juntamente com os inspetores, definiram as tarefas, a sequência de ações para cada tarefa e as interfaces a serem inspecionadas, como mostra a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Tarefas e sequência de ações para cada tarefa.

		Passos		
		Primeiro	Segundo	Terceiro
Tarefas	Menus de Apoio	Procurar informação sobre o Music Spectrum	Aprender a jogar	Existência de FAQ
	Editar Perfil	Informar o nome	Personalizar avatar	Tirar a própria foto
	Jogar	Escolher música	Jogar a música selecionada	Cancelar música

Para inspecionar o Music Spectrum através do mPC, também foram definidas as interfaces para serem inspecionadas. As interfaces inspecionadas referentes à tarefa “Apoio/Ajuda” é ilustrada na figura 5.3. Já as interfaces referentes a Editar Perfil e Jogar, são ilustradas respectivamente pelas figuras 5.5 e 5.4.

5.2.2 Fase de Análise

A fase de análise tem como objetivo identificar o conhecimento que o usuário possui, analisando seu possível entendimento do processo que o levará a “adivinhar” o que deve ser feito para realizar as atividades corretamente [Salgado *et al.* 2006].

O inspetor deve avaliar as possíveis escolhas que o usuário deve tomar, avaliando o *feedback* que o software dá, através da análise dos ícones, menus, palavras e padrão de layout. Quando o *feedback* for plausível, o software é tido por usável; quando não, procura-se verificar os possíveis problemas de usabilidade [Salgado *et al.* 2006]. Para avaliar o *feedback* do Music Spectrum, os inspetores responderam as seguintes perguntas:

- O usuário perceberá que a opção correta está disponível?
- A ação correta é evidente para o usuário?
- O usuário interpretará o *feedback* do ambiente corretamente?

Com base nessas perguntas e nas tarefas mostradas na Tabela 5.2, os resultados das inspeções utilizando o mPC estão indicadas nas tabela seguintes.

Tabela 5.3 – Resultado da primeira pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.

	Menus de Apoio			Editar Perfil			Jogar		
	Passos			Passos			Passos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Inspetor 1	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 2	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 3	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 4	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

A Tabela 5.3 indica a resposta para a primeira pergunta. Essa questão analisa se os elementos de interface correspondem aos próximos passos. Os resultados da Tabela 5.3, mostram que no passo 3 da tarefa “Menus de Apoio”, os inspetores não conseguiram identificar nenhum elemento de interface que correspondesse a ação de perguntas frequentes ou FAQ. Para três inspetores, a ausência de FAQ não afeta a usabilidade do ambiente. Contudo, todos os inspetores sugeriram que o Music Spectrum

implemente tal elemento. Nos demais passos, segundo os inspetores, o usuário perceberá a opção correta disponível.

A Tabela 5.4, mostra as respostas para a segunda pergunta, que tem como objetivo investigar se a ação correta é evidente para o usuário, analisando a correspondência entre os elementos de interface e seu propósito.

Tabela 5.4 – Resultado da segunda pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.

	Menus de Apoio			Editar Perfil			Jogar		
	Passos			Passos			Passos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Inspetor 1	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 2	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 3	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 4	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

Como no ambiente não se encontra a opção descrita no passo 3 da tarefa “Menus de Apoio”, logo é inviável analisar a correspondência entre o elemento de interface e seu propósito devido a ausência de tal opção. A segunda questão gerou um maior debate de opinião entre os inspetores. Para o inspetor 4, o passo 1 da tarefa “Menus de Apoio” não corresponde ao elemento de interface pois o mesmo apenas apresenta um texto sobre o ambiente, deixando de informar o público alvo, linguagem de desenvolvimento e tecnologias utilizadas. Para os demais inspetores, a informação contida no texto é o necessário para o bom entendimento sobre o Music Spectrum.

Outro ponto que gerou um debate maior foi sobre o passo 2 da tarefa “Editar Perfil”. Para os inspetores 2 e 3, o ícone utilizado para representar a personalização do avatar não deixa visível qual o seu objetivo, fazendo com que o usuário se sinta confuso. Já os demais inspetores concordam que o fato do ícone ser representado por um boneco, fica evidente para o usuário que é possível a personalização do avatar.

Por último, nesta mesma questão, o inspetor 4 discordou novamente dos demais inspetores no passo 3 da tarefa “Jogar”. Para o inspetor, o ícone representado por uma “seta” não representa a opção “cancelar música” e sim “voltar”. Conforme o inspetor, tal ícone gera uma dúvida ao usuário. Os demais inspetores informaram que, como o ambiente é um aplicativo para iPad, fica dedutível que ao clicar na opção representado por uma “seta”, o usuário automaticamente voltará a tela anterior, ou seja, cancelando a música.

A última questão investigada foi baseada na forma como acontece o *feedback* entre ambiente e usuário, verificando se o resultado apresentado pelo ambiente corresponde ao objetivo do usuário. A Tabela 5.5 mostra as respostas para essa pergunta.

Tabela 5.5 – Resultado da terceira pergunta do mPC aplicado ao Music Spectrum.

	Menus de Apoio			Editar Perfil			Jogar		
	Passos			Passos			Passos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Inspetor 1	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 2	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 3	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Inspetor 4	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Novamente o inspetor 4 acredita que o *feedback* do ambiente para o usuário é insuficiente no passo 1 da tarefa “Menus de Apoio”, pois não corresponde aos objetivos do usuário. Os demais inspetores acreditam que as informações mais relevantes sobre o Music Spectrum são encontradas, fazendo com que o *feedback* do ambiente para o usuário seja adequado.

Para Sampaio *et al.* (2006), o uso do mPC como único método de avaliação pode limitar a inspeção, fazendo com que alguns falsos problemas sejam indicados, enquanto

problemas reais sejam omitidos. Consoante a esse pensamento, foi realizada uma triangulação das análises do MIS, mPC e entrevistas.

5.3 Entrevistas

Foram realizadas entrevistas através da aplicação de um questionário semiestruturado e de conversas com os pais das crianças com TEA, com o objetivo de verificar a experiência das crianças com o uso de artefatos computacionais de socialização, em especial de música.

O questionário foi respondido por treze mães de crianças com TEA e que fazem parte de diversos grupos e movimentos de apoio. Dentre esses grupos, destaque para o MUPA (Mãos Unidas Pelo Autismo), Grupo Asperger – Brasil e Autismo Intervenção. O questionário e algumas respostas estão nos apêndices A e B respectivamente.

Foram utilizadas duas estratégias para a aplicação dos questionários. A primeira estratégia foi a realização de uma visita a sede do MUPA-Manaus, a qual foi relatado informações sobre a pesquisa, trabalhos desenvolvidos no MUPA e sobre as principais características e habilidades sociais das crianças com TEA. A outra estratégia utilizada foi conversar com as mães do Grupo Asperger – Brasil e Autismo Intervenção. O contato com ambos os Grupos foi através do *Facebook*. Essas estratégias mostraram-se eficazes pela possibilidade de se coletar informações de mães que moram em diversas localidades, conforme mostra a Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Localização das mães entrevistadas.

Localidade	Quantidade
Amazonas	6
São Paulo	3
Minas Gerais	2
Goiás	1
Altach – Áustria	1
Total	13

As principais informações coletadas tiveram como objetivo:

- Verificar o nível de aceitação dos artefatos tecnológicos pelas crianças com TEA e interação das mesmas com os artefatos;
- Verificar o uso de softwares que auxiliem no desenvolvimento das habilidades sociais;
- Verificar quais as principais habilidades que as crianças com TEA possuem e o nível de interação social em ambientes reais; e
- Verificar sobre a possível utilização do Music Spectrum pelas mães como suporte ao desenvolvimento da interação social.

Na pesquisa realizada, a idade média das crianças com TEA foi de 11,1 anos. Das treze crianças, apenas uma nunca teve contato com artefatos computacionais, como celulares, tablets, computadores e videogames. As demais crianças utilizam principalmente tablets, celulares e computadores.

Nas entrevistas, há relatos emocionantes de mães falando sobre a interação da criança com a tecnologia. Para as mães, as crianças gostam principalmente de atividades ligadas a música e vídeos.

Porém, quando perguntada se utilizam de algum software que auxilie no desenvolvimento das habilidades das crianças, a maior parte das mães informou que não, pois não encontram material adequado ou que desperte o interesse das crianças. Geralmente, segundo as mães, as ferramentas existentes possuem excesso de recursos e informações, fazendo com que a criança perca o foco na realização das atividades propostas.

Quando investigado sobre as principais habilidades das crianças, a maioria das mães informou que a criança possui habilidade para a música. As mães informaram

ainda que caso existisse uma ferramenta de musicalização, a mesma deveria possuir uma boa interface gráfica, ser intuitiva, dinâmica e simples de se entender e jogar, diminuindo a carga cognitiva gerada nas crianças com TEA. Depois das mães abordarem como deveria ser uma ferramenta de apoio a musicalização de crianças com TEA, as mesmas foram informadas sobre o projeto de concepção do Music Spectrum, mostrando suas principais funcionalidades e interfaces.

Com as informações sobre o Music Spectrum, as mães foram convidadas a falar se utilizariam tal ambiente. Das quinze mães pesquisadas, treze relataram que utilizariam o Music Spectrum, pois o mesmo parece ser bem intuitivo de se usar, além de possuir uma interface harmônica, não causando estresse e nem sensação de frustração a criança, além da não necessidade que a criança já possua conceitos sobre música. As duas mães que relataram que não utilizariam o Music Spectrum explicaram que os filhos possuem hipersensibilidade auditiva, logo o ambiente poderia causar desconforto a criança.

5.4 Triangulação das avaliações

A triangulação das inspeções realizadas no Music Spectrum é baseada em Souza *et al.* (2010), pois a avaliação qualitativa do MIS é satisfeita quando há a triangulação com outros métodos de inspeção.

Logo, foi feita a triangulação dos resultados das inspeções (MIS e mPC) realizadas no protótipo funcional do Music Spectrum juntamente com as respostas obtidas através da aplicação de um questionário com mães de crianças com TEA.

As inspeções foram realizadas por quatro inspetores experientes, sendo: um desenvolvedor, um engenheiro de software e dois designers de interface digital.

O Cenário inspecionado, assim como as tarefas e as sequências de ações para a realização de cada tarefa foram propostas pelos desenvolvedores do Music Spectrum e inspetores. Tal Cenário satisfaz às características detectadas durante a análise das respostas dos questionários. A idade média das crianças com TEA no levantamento foi de 10,4 anos, e no Cenário proposto para as inspeções à idade do usuário-alvo era de 10 anos. Assim, as inspeções foram mais reais.

Outro aspecto levantado no questionário foi sobre como deveria ser um software de apoio a musicalização que auxiliasse no processo de desenvolvimento social, melhorando a interação das crianças com TEA.

As mães sugeriram a utilização de ícones expressivos, interfaces dinâmicas, fáceis de serem manipuladas e entendidas, facilitando o processo de abstração dos objetivos propostos no software. Para as mães, no ambiente, as crianças devem ser capazes de editarem seus perfis, tocarem o violino através de músicas previamente cadastradas, mesmo não sabendo nada sobre música, bem como deveria existir a opção de “tocar livre” para as crianças que já sabem tocar violino. Outras mães informaram que um ponto importante é a possibilidade do software auxiliar as crianças na sua primeira interação usuário-software, através de um “guia de uso” ou “como jogar”, fazendo com que o sentimento de frustração da criança seja mínimo.

Durante as inspeções, foi possível constatar a existência de um padrão de layout bem definido, utilizando de cores amenas e que facilite o entendimento e aprendizado da criança. O padrão de layout possui signos metalinguísticos, estáticos e dinâmicos. A decisão de adotar um padrão de layout, segundo os inspetores, facilitou o *feedback* entre ambiente-usuário, fazendo com que a maioria dos elementos da interface sejam correspondentes aos objetivos.

Nas inspeções de usabilidade (mPC) e comunicabilidade (MIS) , observaram-se a ausência de alguns menus de apoio, como FAQ, Fórum e Termo de Uso. No mPC, tal ausência representa um grau mediano de severidade em usabilidade, mesmo não afetando a interação do usuário no ambiente. Porém, tais ausências, para o MIS, não afetam diretamente a comunicabilidade do Music Spectrum, pois como o objetivo do ambiente é envolver a criança em uma interação mais dinâmica na prática do violino, possibilitando desenvolver habilidades sociais, o próprio ambiente já oferece a possibilidade de um tutorial interativo que explica como o Music Spectrum deve ser.

Em ambas as inspeções (MIS e mPC), os inspetores verificaram que é possível realizar as atividades em poucos passos, facilitando com o tempo, a abstração de conceitos sobre música, auxiliando em futuras aulas de musicalização infantil tradicional.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo verificar a musicalização em ambiente computacional, através do desenvolvimento de atividades de musicoterapia adequadas a crianças com TEA, definindo e desenvolvendo um protótipo funcional que auxilie no processo de socialização de crianças com autismo.

Destacamos o estudo interdisciplinar realizado, contemplando várias áreas do conhecimento, como computação, música, psicologia e medicina, buscando integrar as características essenciais para a criação de um protótipo funcional que atendesse às necessidades de socialização das crianças com TEA.

Concordando com a posição de [Baron-Cohen 1990; Hobson 1993; Costa 2000; Barth *et al.* 2004; Passerino e Santarosa 2007; Padilha 2008; Gattino 2009] de que é incorreta a ideia de que o TEA é intratável, apesar de ser um Transtorno grave.

Mesmo não sendo possível garantir a plena recuperação de crianças com TEA, verificou-se através de alguns casos, como o mWorlds [Pietrowicz *et al.* 2009] e o EDUKITO [Passerino e Santarosa 2007] a melhora significativa no padrão de comunicação e interação social das crianças com outros pares.

Os transtornos do espectro autista são uma síndrome comportamental [Padilha 2008], cujas limitações implicam alterações no desenvolvimento, nas respostas, estímulos sensoriais, linguagem, capacidade cognitiva e de se relacionar com outras pessoas.

Neste contexto das características do TEA, a utilização da musicoterapia por meio de ferramentas computacionais para estimular a interação social, configura-se como de relevância importância para o processo de reabilitação social e emocional das

crianças com TEA. A análise de algumas ferramentas computacionais que auxiliam no processo de desenvolvimento musical, realizadas no Capítulo 3, serviu como base para a definição do Music Spectrum.

Neste sentido, foi definido um modelo de pesquisa e desenvolvimento que tivesse como princípio o caráter tecnológico-qualitativo, adequado para apoiar o desenvolvimento de protótipos para crianças com TEA. A realização deste trabalho envolveu decisões delicadas, tais como as escolhas da tecnologia e do dispositivo a serem utilizados.

Outra questão importante abordada neste estudo foi à dificuldade de se projetar interfaces para crianças com TEA, devido às características do Transtorno. Assim, o Capítulo 4 mostrou a modelagem do protótipo e decisões adotadas durante o processo de concepção e design adotados no protótipo funcional, como ambiente controlado e seguro, personalização do perfil, padrão de layout, interação controlada com a utilização de estratégias baseadas no enfoque visual e no incentivo aos usuários.

Através das inspeções, verificou-se que o aspecto de agregar musicalização em ferramentas computacionais, seja por meio de música ou da prática do violino, poderá gerar novas perspectivas com relação à possibilidade de se melhorar as habilidades de interação social e comunicação desenvolvidas pelas crianças com TEA.

Como contribuições desta dissertação, destacamos:

- Estudo da área de reabilitação cognitiva e social, analisando o uso de ambientes imersivos de musicalização;
- Revisão do uso da tecnologia de realidade virtual na socialização das crianças com TEA, mostrando as técnicas disponíveis;

- Definição da estrutura de um ambiente imersivo de musicalização voltado para o desenvolvimento das habilidades de comunicação e interação social das crianças com TEA;
- Desenvolvimento de um protótipo funcional de musicalização para crianças com TEA; e
- Análise da comunicabilidade e usabilidade do protótipo funcional através de inspeções (MIS e mPC).

No contexto de musicalização em ambientes imersivos, surgem várias perspectivas de pesquisa, conforme a próxima seção relata.

6.1 Trabalhos Futuros

Uma perspectiva de pesquisa interessante a ser utilizada em ambientes imersivos de musicalização para crianças com TEA é a utilização de Interfaces Adaptativas.

Em ambientes imersivos, as atividades de musicalização podem ser antecipadas para que quando estiverem em ambientes naturais, essas crianças já estejam preparadas para participarem ativamente de situações sociais desafiadoras, comuns a turmas de musicalização infantil [Lima e Castro 2012a; 2012b]. Tais situações devem ser modeladas para se adequar ao ambiente e ao perfil do usuário.

Avanços na área de Interfaces Adaptativas têm demonstrado seus benefícios e vantagens em relação às interfaces tradicionais, que são bastante limitadas no tratamento das diferenças existentes entre preferências, habilidades e experiência dos usuários [Alvarez-Cortes *et al.* 2007].

As interfaces adaptativas, em especial em ambientes imersivos, utilizam-se de paradigmas da Inteligência Artificial, como *Machine Learning* para mapear padrões de

comportamento dos usuários a partir dos dados gerados no processo de interação [Alvarez-Cortes *et al.* 2007; Lima e Castro 2012a].

Uma interface adaptativa monitora a atividade dos usuários para identificar padrões de comportamento e, automaticamente, ajustar componentes de interface, ou o conteúdo fornecido pelo sistema, para adequar-se as necessidades e particularidades dos usuários [Alvarez-Cortes *et al.* 2007].

O uso de ambientes imersivo tem estimulado o desenvolvimento de diversas ferramentas, enfocando tanto a visualização e representação de mundos quanto a navegação e a interação do usuário. Contudo, apesar da evolução desta tecnologia, um dos problemas enfrentados na geração de cenários em ambientes imersivos é a necessidade de adaptação do conteúdo em função do nível de conhecimento e interação do usuário, uma vez que a capacidade de cada usuário de captar os detalhes do ambiente é diferente.

Atualmente diversos estudos estão sendo realizados em busca de interfaces mais flexíveis, que ajudem as crianças com autismo a realizar suas tarefas de maneira mais agradável e eficaz [Rizzo 2001; Lima e Castro 2012a]. A arquitetura das interfaces adaptativas incluem a capacidade de análise e interpretação de dados de entrada, projeto e interpretação dos dados de saída, gerenciamento da interação, e representação e inferência a partir de modelos de interação inteligentes: modelo de usuário, modelo de domínio, e modelo de interação [Benyon 1993].

Neste contexto, aumenta a necessidade de estudo e implementação de interfaces inteligentes em ambientes imersivos, com o objetivo de adaptar seu desempenho às necessidades e preferências dos usuários, auxiliando no processo de desenvolvimento das habilidades de interação social das crianças com TEA.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-CORTES, V.; ZAYAS-PEREZ, B. E.; ZARATE-SILVA, V. H.; URESTI, J. A. R. **Current Trends in Adaptive User Interfaces: Challenges and Applications**. In *Proceedings of the Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA'07)*. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 312-317, 2007.
- ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-IV-TR – Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BARON-COHEN, S.; LESLIE, A. M.; FRITH, U. **Does The Autistic Child Have a Theory of Mind?** *Cognition*, 21 (Outubro), 37-46, 1985.
- BARON-COHEN, S. **Autismo: Uma alteração cognitiva específica de “cegueira mental”**. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 24, 407-430, 1990.
- BARTH, C.; PASSERINO, L.; SANTAROSA, L. M. C. **Software Descobrimos Emoções: Estudo da teoria da mente em autistas**. In *VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. Monterrey, México, 2004.
- BENYON, D. **Adaptive Systems: a solution to usability problems**. *Journal of User Modelling and User-Adapted Interaction*, vol. 3(1), 65-87, 1993.
- BLAHA, M.; RUMBAUGH, J. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos com UML 2**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- BOULANGER, A. **Autism, New Music Technologies and Cognition**. Dissertação de *Master of Science in Media Arts and Sciences*, Massachusetts Institute Of Technology, 2006.
- CARROLL, J. M.; ROSSON, M.B. **The paradox of the active user**. In *J. M. Carroll (ed.) Interfacing Thought: Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction*. Cambridge: Bradford Books/ The MIT Press, 1987.
- CASTRO, T.; FUKS, H. **Inspeção Semiótica do ColabWeb: Proposta de Adaptações para o Contexto da Aprendizagem de Programação**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 17, n. 1, 2009.

- CONFORTO, D.; SANTAROSA, L. M. C. **Accessibility: Discussing Human-Computer Interaction on the Web**. In: NISTAL, M. L.; IGLESIAS, M. J. F.; ANIDO-RIFON, L. E. *Computers and Education: Towards a Lifelong Learning Society*. London: Kluwer Academic Publishers, 127-138, 2003.
- CORRÊA, A. G. D.; ASSIS, G. A.; NASCIMENTO, M.; FICHEMAN, I.; LOPES, R. D. **GenVirtual: An Augmented Reality Musical Game for Cognitive and Motor Rehabilitation**. *Virtual Rehabilitation*, 1-6, 2007.
- COSTA, R. M. **Ambientes Virtuais na Reabilitação Cognitiva de Pacientes Neurológicos e Psiquiátricos**. Tese D.Sc, Coppe Sistemas-UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.
- COSTA, R. M.; CARVALHO, L. A. **Uma Estrutura de Classificação para Estudo e Desenvolvimento de Ambientes Virtuais voltados para a Reabilitação**. In *4th SBC Symposium on Virtual Reality (SVR2001)*. SBC, Florianópolis, 302-313, 2001.
- CUNHA, R. M. **Desenvolvimento e avaliação de um jogo de computador para ensino de vocabulário para crianças com autismo**. Dissertação de Mestrado em Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.
- DORSEY, R.; HOWARD, A. M. **Examining the Effects of Technology-Based Learning on Children with Autism: A Case Study**. In *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 260-261, 2011.
- DRUMMOND, R.; CARVALHO, L.; COSTA, R.; FACION, J.; NOGUEIRA, S. **A Estimulação Cognitiva de Pessoas com Transtorno Autista através de Ambientes Virtuais**. *Cadernos do IME – Série Informática da UERJ*, 13 (Dezembro), 2012.
- EDUMUSICAL. Disponível em: <<http://www.edumusical.org.br/>>. Acesso Maio 2012.
- FACION, J. A. **Síndrome do Autismo e os Problemas na Formulação do Diagnóstico**. In: Gauderer, C., *Autismo e Outros Atrasos do Desenvolvimento-Guia Prático Para Pais e Profissionais*. Rio de Janeiro: Revinter, 158-161, 1997.
- FRITH, U. A. **New Perspective In Research On Autism**. In: Arapis (eds), *Contributions À La Recherche Scientifique Sur Autism: Aspects Cognitifs*. Paris: Association Pour La Recherche Sur L´Autisme Et Les Psychoses Infantiles, 1984.

GATTINO, G. S. **A influência do tratamento musicoterapêutico na comunicação de crianças com transtorno do espectro autista**. Dissertação de Mestrado em Saúde da Criança e Adolescente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

_____. **Musicoterapia aplicada à avaliação da comunicação não verbal de crianças com transtornos do espectro autista: revisão sistemática e estudo de validação**. Tese de Doutorado em Saúde da Criança e Adolescente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

GIL, A. B.; ORTS, B. **INMER: Sistema de inmersión en realidad virtual para personas con autismo**. In *Jornadas de Verano 2003 sobre Tecnologías de Ayuda en alumnos con Necesidades Educativas Especiales*. Universidad de Valencia, Espanha, 2003.

GOLD, C.; WIGRAM, T.; ELEFANT, C. **Music therapy for autistic spectrum disorder**. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2 (Abril), 2006.

GOLDSTEIN, H. **Communication intervention for children with autism: a review of treatment efficacy**. *J. Autism Dev. Disord.* 32(5), 373-379, 2002.

GRYNSZPAN, O.; MARTIN, J. C.; NADEL, J. **Multimedia Interfaces for Users with High Functioning Autism: An Empirical Investigation**. *International Journal of Human Computer Studies*. 66(8), 628 - 639, 2008.

HOBSON, P. R. **El autismo y el desarrollo de la mente**. Madrid, España: Alianza, 1993.

IOS TECHNOLOGY OVERVIEW. Disponível em: <
[http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/miscellaneous/conceptual/iphon
eostechoverview/Introduction/Introduction.html](http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/miscellaneous/conceptual/iphon
eostechoverview/Introduction/Introduction.html)>. Acesso Jun. 2012.

JACOBSON, I. **Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach**. Addison-Wesley, 1992.

JESUS, E. A. **Zorelha: Um objeto de aprendizagem para auxiliar o Desenvolvimento da percepção musical em crianças de 4 a 6 anos**. Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação, Universidade do Vale do Itajaí, 2008.

KANNER, L. **Autistic disturbances of affective contact**. *Nerv Child* 2, 217-250, 1943.

- KERN, P.; WOLERY, M.; ALDRIDGE, D. **Use of songs to promote independence in morning greeting routines for young children with autism.** *J. Autism Dev. Disord.* 3(7), 1264-1271, 2006.
- KLIN, A. **Autism and Asperger syndrome: an overview.** *Revista Brasileira Psiquiatria*, 28 (Supl I), 3-12, 2006.
- KONSTANTINIDIS, E.I.; LUNESKI, A.; NIKOLAIDOU, M.; HITOGLOU-ANTONIADOU, M.; BAMIDIS, P.D. **Using affective avatars and rich multimedia content for education of children with autism.** 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Corfu, Greece, 2009.
- LIDSTONE, J. S.; FERNYHOUGH, C.; MEINS, E.; WHITEHOUSE, A. J. **Brief Report: Inner Speech Impairment in Children with Autism is Associated with Greater Nonverbal than Skills.** *J. Autism Dev. Disord.* 39(8), 1222-1225, 2009.
- LIMA, D; CASTRO, T. **Music Spectrum: A Music Immersion Virtual Environment for Children with Autism.** In *Proceedings of the 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2012)*. Procedia Computer Science, Elsevier, vol.14, 111-118, 2012.
- _____. **Music Spectrum: A Collaborative Immersion Musical System for Children with Autism.** In *2012 Brazilian Symposium on Collaborative Systems, SBSC*, 53-38, 2012.
- MAGIC PIANO. Disponível em: <<http://www.smule.com/magicpiano/>>. Acesso Jul. 2012.
- MANZINI, E. J. **Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados.** In *Ensaio pedagógicos: construindo escolas inclusivas*. Brasília: SEESP/MEC, 82-86, 2005.
- MITCHELL, P.; PARSONS, S.; LEONARD, A. **Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders.** *J. Autism Dev. Disord.* 37(3), 589-600, 2007.
- OLIVEIRA, E. R.; LUZ, L. C. S.; PRATES, R. O. **Aplicação semi-estruturada do método de inspeção semiótica: estudo de caso para o domínio educacional.** In *Proceeding IHC '08 Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 50-59, 2008.

- OVERY, K. **Dyslexia and music: From timing deficits to musical intervention.** In *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999 (Novembro), 497–505, 2003.
- PADILHA, M. C. P. **A Musicoterapia no Tratamento de Crianças com Perturbação do Espectro do Autismo.** Dissertação de Mestrado em Medicina – UBI, Portugal, 2008.
- PASSERINO, L. M.; SANTAROSA, L. M. C. **Interação Social no Autismo em Ambientes Digitais de Aprendizagem.** *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20 (1), 54- 64, 2007.
- PEIPER, C.; WARDEN, D.; GARNETT, G. **An interface for real-time classification of articulations produced by violin bowing.** In *Proceedings of the 2003 conference on New interfaces for musical expression (NIME'03)*. National University of Singapore, Singapore, Singapore, 192-196, 2003.
- PIETROBOM, C. Disponível em: <<http://www.jornaldebeltrao.com.br/saude/opiniaomusicoterapia-e-criancas-com-autismo-76571/>> Acesso Nov 2012.
- PIETROWICZ, M.; MCGRATH, R.E.; SMITH, B.; GARNETT, G. **Transforming Human Interaction with Virtual Worlds.** In *Workshop on Computational Creativity Support at CHI 2009*. Boston, 2009.
- RABELLO, R. S. **Interação e Autismo: uso de agentes inteligentes para detectar déficits de comunicação em ambientes síncronos.** Tese de Doutorado em Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- RIBEIRO, J. C.; FALCÃO, T. **Mundos virtuais e identidade social: processos de formação e mediação através da lógica do jogo.** *Tecnologias de Comunicação e Subjetividade*, 16 (1), 84-96, 2009.
- RIZZO, A. A. **Tutorial 1: The Application of Virtual Environments for Mental Healthcare.** In *IEEE Virtual Reality Conference 2001 (VR 2001)*. Pacifico Yokohama Conference Center, Yokohama, Japan, 307, 2001.
- SALGADO, L. C. C.; BIM, S. A.; SOUZA, C. S. **Comparação entre os métodos de avaliação de base cognitiva e semiótica.** In *Proceeding IHC '06 Proceedings of VII Brazilian symposium on Human factors in Computing Systems*, 158-167, 2006.

- SANTAROSA, L. M. C. **Escola Virtual para a Educação Especial: Ambientes de Aprendizagem Telemáticos Cooperativos como Alternativa de Desenvolvimento**. Revista de Informática Educativa. Bogotá, 115-138, 1997.
- SAMPAIO, R. T. **Novas Perspectivas de Comunicação em Musicoterapia**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.
- SCHWARTZMAN, J. S.; ASSUMPÇÃO, F.B.J. **Autismo Infantil**. São Paulo: Memon, 1995.
- SIGMAN, M.; CAPPS, L. **Niños y niñas autistas: Bruner**. Madrid, Espanha: Morata, 2000.
- SMITH, C. J.; LANG, C. M.; KRYZAK, L.; REICHENBERG, A.; HOLLANDER, E.; SILVERMAN, J. M. **Familial associations of intense preoccupations, an empirical factor of the restricted, repetitive behaviors and interest domain of autism**. *J. Child Psychol Psychiatry*. 50(8), 982-990, 2009.
- SOUZA, C. S. **The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction**. MIT Press. ISBN 0-262-04220-7, 2005.
- SOUZA, C. S.; LEITÃO, C. F.; PRATES, R. O.; BIM, S. A.; DA SILVA, E. J. **Can inspection methods generate valid new knowledge in HCI? The case of semiotic inspection**. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 68(1-2), 22-40, 2010.
- SUESCÚN, E.; WERNECK, V.; LEITE, J. C. S. P. **O Método de Inspeção Semiótica Aplicado ao Requisito Usabilidade**. In: Workshop em Engenharia de Requisitos 2011. Rio de Janeiro: PUC-Rio, v. 14, 333-344, 2011.
- TOMASELLO, M. **Origens culturais da aquisição do conhecimento humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- TONSIG, S. L. **Engenharia de Software – Análise e Projeto de Sistemas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008.
- VINK, A.; BIRKS, J.; BRUINSMA, M.; SCHOLTEN, R. **Music therapy for people with dementia**. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3, 2004.
- VYGOTSKY, L. S. **Formação social da mente**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- WERTSCH, J. **La mente en acción**. Buenos Aires, Argentina: Aique, 1999.

- WHARTON, C.; RIEMAN, J.; LEWIS, C.; POLSON, P. **The Cognitive Walkthrough Method A Practitioner's Guide**. In: NIELSEN, J. MACK, R.L. *Usability Inspection Methods*, New York: John Wiley & Sons, 105-141, 1994.
- WHIPPLE, J. **Music in intervention for children and adolescents with autism: a meta-analysis**. *J Music Ther.* 41, 2, 90-106, 2004.
- WIGRAM, T. **Indications in music therapy: Evidence from assessment that can identify the expectations of music therapy as a treatment for autistic spectrum disorder (ASD). Meeting the challenge of evidence based practice**. *British Journal of Music Therapy*, 16, 1, 5-28, 2002.
- YATES, K.; COUTEUR, A. L. **Diagnosing autism**. *Pediatrics and Child Health*, 19(2), 55-59, 2009.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS MÃES

Olá. Sou David Lima, aluno de Mestrado em Informática da UFAM e estou desenvolvendo uma pesquisa para projetar um aplicativo de imersão musical para crianças com autismo, tendo como objetivo ajudar no processo de interação social das crianças. O aplicativo está sendo projetado para o iPad. Queria contar com sua ajuda, respondendo esse questionário. Enviem as respostas para davidwfl@gmail.com ou david.lima@icomp.ufam.edu.br

Questionário

1. Qual a idade do seu filho (a)?
2. Seu filho (a) já utilizou algum artefato tecnológico? Por exemplo, celular, tablet, computador, notebook e videogame. Se sim, qual?
3. Como você considera a interação do seu filho (a) com os artefatos computacionais?
4. Você utiliza algum aplicativo, programa de computador ou jogo para ajudar as crianças no desenvolvimento de habilidades sociais? Se sim, quais habilidades?
5. Como você considera a interação social do seu filho (a) com outras pessoas?
6. Quais as preferências da sua criança? O que ela mais gosta de fazer e utilizar?
7. Quais as habilidades que você gostaria que seu filho desenvolvesse?
8. Para você, quais as habilidades que seu filho demonstra? Por exemplo: música, teatro, matemática.
9. Caso fosse projetado um aplicativo para o iPad com o objetivo de melhorar a interação social das crianças autistas através da música (uso do violino), você se interessaria em utilizar ele? Como você queria que fosse a interação no aplicativo?
10. Seu filho já participou de alguma aula de musicoterapia? Se sim, como você avalia o uso da musicoterapia no desenvolvimento das habilidades sociais do seu filho?
11. Caso tenha esquecido algum aspecto importante do autismo, utilize essa questão para falar um pouco mais sobre as principais questões das habilidades sociais e interação social do seu filho.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS

1. 6 anos.
2. Sim, celular, *tablet*, computador, notebook e videogame.
3. Depois da utilização de artefatos computacionais, ele melhorou a interação social.
4. Sim, jogos utilizando o *Kinect*. Melhorou a interação social.
5. Hoje a interação do meu filho com as outras pessoas é bem melhor.
6. Meu filho gosta de jogos, principalmente jogos música e que use avatares.
7. Melhorasse ainda mais a interação social.
8. Demonstra habilidades em games e informática.
9. Sim. A interação deveria ser simples e que não precisasse que meu filho soubesse de música.
10. Sim, muito boa.
11. Meu filho tem grande habilidade com leitura e lida muito bem com informática e games.

1. 10 anos.
2. Utiliza celulares e dvd portátil.
3. Ele lida bem com esses artefatos, só ainda não introduzi o computador.
4. Ainda não utilizo programas de computador, mas ele gosta muito de desenhos animados como: O rei Leão, Nemo e A Era do Gelo.
5. Ainda estamos em fase de desenvolvimento, sua interação se torna melhor com as pessoas que lhes são próximas, as demais ele ainda evita um pouco.
6. Como já havia respondido, ele gosta muito de vídeos e filmes.
7. A comunicação verbal, interação social.
8. Gosta muito de nadar.
9. Sim, eu gostaria muito de utilizá-lo. Que esse aplicativo demonstrasse a criança todos os passos de execução das tarefas.
10. Ainda não tivemos oportunidades.

1. 7 anos.
2. Sim. Celular, iPad, computador e notebook.
3. Ele tem uma interação limitada, sabe onde está os conteúdos, principalmente desenhos, mas não sabe ler nem escrever.
4. Sim, Uso Alfacel, Falador, Sebran entre outros úteis para ensinar letras, números e cores.
5. Boa, apesar de não procurar e brincar toda hora, ele tem boa interação com as pessoas, principalmente com os profissionais.
6. Ele gosta de sempre ver vídeos de desenhos escutar música no *Youtube*.
7. Ler, escrever e falar.

8. Gosta de música , vídeos , fazer colagens.
9. Sim, que meu filho entendesse a ordem de como utilizar o jogo.
10. Ainda não , mas iremos iniciar na próxima semana.
11. Meu filho tem bastante interesse em computador e *tablet*, e gostaria muito que ele tivesse mais facilidades do que ele já tem hoje.

1. 20 anos.
2. Sim, utiliza celular, iPad, Computador e Notebook.
3. Excelente, iniciou com o vídeo game deste mais ou menos aos 2 anos e até hoje passa horas utilizando estes artefatos tecnológicos, o tempo que está em casa está ligado nas tecnologias, principalmente com sons.
4. Ele mesmo busca seus interesses, jogos, músicas, conversas.
5. Boa. Apresenta as suas características na forma de elaborar as falas, têm dificuldades de expressar seus pensamentos e sentimentos, mas conta casos, faz perguntas quando é um assunto de seu interesse e fala bastante, mostrando-se empolgado. Consegue interagir socialmente.
6. Ouvir músicas, tocar guitarra e teclado, jogar vídeo game, ficar na internet com jogos, face, buscar vídeos de seu interesse. Passa o tempo livre, ligado com fone de ouvido e todos os artefatos tecnológicos também ligados. Gosta também de ler, livros com imagens de ciências (corpo humano) revistinha da turma da Mônica. E coleciona caveiras. Adora rock e ir a shows.
7. Ele é alfabetizado, mas escreve pouco e com dificuldades relacionadas a coordenação motora fina, a maneira de segurar o lápis e desenvolver o raciocínio lógico. Exemplo: ele sabe, mas não sabe como repassar o conhecimento ou a sua vontade.
8. Muita habilidade para a música. É interessante sempre com equipamentos eletrônicos, guitarra com amplificador, pedais, tudo ligado, teclado também. O violão ele iniciou o aprendizado e não quis continuar tocando, não teve mais interesse. Adora sinos, e os sons dos sinos, também coleciona sinos, toca sinos e entende sobre a história dos sinos, os diferentes toques e seus significados, já participou de algumas oficinas sobre este assunto e pesquisa na internet. Gosta de ir a festas com os colegas, às vezes sai com a turma para comer pizza. Apesar de ter suas diferenças nos relacionamentos, conseguiu interagir.
9. Sim, acho que é bem interessante. Vejo como um aplicativo que possibilitará a interação, por meio da música, com o som, imagem, e que ele possa criar maneiras diferentes de acordo com os interesses na música, quero dizer efeitos, e até dar oportunidades de expandir na pesquisa para desenvolver a criatividade e dom musical.
10. Sim, em várias oficinas de músicas, de percussão, criação de instrumentos. Hoje é aluno do curso de música da Universidade Federal de Ouro Preto. Já está participando das aulas há quatro semestres, matriculado em disciplinas isoladas, fazendo quatro disciplinas por semestre, e com boa participação e nota.
11. Deste pequeno sempre demonstrou interesse pela música, pelos sons, só brincava com os

brinquedos com sons, luz e movimento. Foi uma criança estimulada desde cedo, com terapeuta ocupacional, fonoaudiólogo, entre outros. Sempre estudou em escola regular, e eu trabalhei com os educadores para que entendessem e aprendessem a lidar com as diferenças e a educação inclusiva. A família de certa forma não deixou com que ele fique apenas no seu mundo e não saia da sua rotina sem estresse. Os horários para ele são muito importantes, sempre reclama quando tem algo diferente para fazer, as dificuldades de mudanças, mas conversamos e ele entende também. Precisamos respeitar seus interesses e ter o cuidado para não isolá-lo do mundo e das pessoas. Faço questão que participe de todos os assuntos da família, suas irmãs são mais velhas e também “cobram” dele a participação. Viaja, vai ao cinema, faz academia, inglês e vai sozinho a Universidade Federal de Ouro Preto.

1. 11 anos.
2. Sim, ela gosta de assistir vídeos no PC e no *tablet*.
3. Fraco.
4. Não utilizo nenhum programa de computador para auxiliar o meu filho.
5. Lento, ela demora um pouco para se relacionar com pessoas diferentes.
6. Ouvir músicas e ver vídeos.
7. Habilidades cognitivas, de percepção e fala fluente.
8. Ela gosta “MUITO” de cantar.
9. Gostaria sim, mas precisaria de uma orientação de como usá-lo.
10. Não.
11. Som alto demais o desagrada.

1. 5 anos.
2. Sim, celular, iPad, notebook.
3. Ele adora usar os artefatos computacionais.
4. Não, ainda não.
5. Muito boa, apesar da dificuldade, ele gosta.
6. Ver TV, revistas, livros e escutar música.
7. Interação social através de habilidades musicais.
8. Música.
9. Sim, gostaria muito. Linguagem simples.
10. Ainda não.
11. Meu filho é um autista não verbal, temos essa dificuldade.

1. 20 anos.
2. Sim, usa notebook para olhar sites de carros e o mapa-múndi.
3. Ele gosta muito, mas teria que ter algo que o atraísse mais, tipo jogos interativos.
4. Não utilizo nem um aplicativo, até porque nos falta mais informações.
5. Ele é tímido, possui dificuldade de socialização, mas interage quando interpelado.
6. Ele gosta de pintura, e pesquisar mapas, sobre rádios, TVs, carros e jogos.
7. Aprender a baixar aplicativos que o interessem sem dificuldades.
8. Pintura, ele tem uma ótima memória para lembrar coisas, desde os 5 anos.
9. Com certeza sim, mas ele gosta mais de violão.
10. Não participou, mas tentamos.
11. Quanto a interação social, pelo fato dele ter desenvolvido esquizofrenia aos 15 anos, em virtude da grande quantidade de medicamentos, muitos psiquiatras e suas fórmulas mágicas, testes. Ele está fora da escola, apenas aprendendo no computador, nos programas de TV, sabe ler e escrever, por isso qualquer novo programa por PC ou iPad, pode ajudar muito.

1. 22 anos.
2. Não.
3. Não tem interação.
4. Não.
5. Regular, pois em alguns momentos é muito tímida.
6. Gosta de caderno e caneta para fazer rabiscos.
7. Tivesse mais concentração nas atividades cotidianas.
8. Habilidades de percepção, pois consegue aprender através da visualização de alguns exemplos e imagens.
9. Sim, pois a música consegue estimular a concentração.
10. Não, apenas escuta músicas evangélicas e que não seja muito alta, porque causa desconforto.
11. Sem sugestões.

1. 10 anos.
2. Sim, muito. Adora utilizar celular, computador, videogame, notebook. Ele não tem dificuldades em usar eletrônicos. Sendo assim uma de suas habilidades.
3. Muito boa.
4. Utiliza o Purple Place.
5. Muito boa.
6. Celular. Atualmente é o que mais ele quer usar. Mas adora computador.
7. Coordenação motora, atenção.
8. Adora música. Gosta de matemática e decora tudo muito rápido.
9. Gostaria que meu filho tivesse oportunidade de usar um aplicativo como este. No caso do meu

filho. Pra segurar atenção dele, o aplicativo tem que ser musical mesmo.

10. Sim. Faz musicoterapia no MUPA-Manaus. Quando ele faz essa terapia, fica mais relaxado. Empolga-se para cantar e tocar algum instrumento.
11. Sem sugestões.

1. 6 anos.
2. Sim, a sua maior diversão é usar o computador, *tablet* e Xbox com *Kninect*.
3. Ótima.
4. Utilizamos muitos aplicativos para que ele melhore a coordenação motora e para o auxílio da leitura também.
5. Já melhorou bastante, mas ainda possui alguns déficits.
6. A preferência é utilizar o computador, utilizando o Youtube para visualizar vídeos de cantoras internacionais.
7. A melhor sociabilização e diminuir as estereotipias motoras e ecolalias.
8. Música e Teatro.
9. Claro! Gostaria que fosse algo que realmente despertasse interesse nas crianças, prendesse a atenção delas.
10. Não, nunca participou, mas ama música e dança.
11. O que mais me angustia é que apesar de falar muito, meu filho e eu não conseguimos estabelecer um diálogo, uma vez que ele sempre quer falar dos assuntos do seu interesse e não expande o diálogo para outras áreas.

1. 7 anos.
2. Computador, notebook e *tablet*.
3. Ótima
4. Sim, utilizamos aplicativos que ajude na comunicação, através de jogos educativos de alfabetização e jogos de habilidades como puzzle.
5. Interação boa com adultos.
6. O foco dele é música, vídeos e jogos no notebook.
7. Comunicação e interação social. Gostaria muito que ele tocasse algum instrumento musical, pois ele gosta muito de música.
8. Música e boa memória.
9. Sim, claro. A interação teria que ser simples e objetiva, com cores e sons agradáveis.
10. Ainda não.
11. Sem sugestões.

1. 5 anos.
2. Notebook, iPad e smartphone.
3. Ótima, aprende sozinho. E adora. Se deixar fica o dia inteiro no iPad.
4. Sim, os aplicativos que existem e que são gratuitos.
5. Ele quase não interage com outras pessoas, porém, depois de um tempo se acostuma.
6. Gosta muito do computador, iPad e dançar no Wii.
7. Gostaria que ele se manifestasse, para saber mais sobre a opinião dele e o que sente no momento, por exemplo, demonstrar se está com frio ou não.
8. Matemática e dança
9. Com certeza tentaria, mas não faço a ideia de como deveria ser.
10. Ainda não, mas pretendo muito, pois mostra interesse.
11. O que eu tenho notado através do meu filho, coisas do interesse dele, ele tenta ir atrás, por exemplo, desenvolveu a fala, mas não conversa. Quando tem necessidade e é incentivado ele pede, mas sempre com muita paciência e repetição.

1. 16 anos
2. Ele só usa alguns site de vídeo, pois tem mania de assistir filmes. Os autistas possuem manias e o Arthur é maluco por filmes.
3. Não uso por que não conheço.
4. Ele só tem interação social com os familiares, não tem amigos, não sai de casa e hoje em dia não quer mais ir pra escola.
5. Gosta de assistir filmes e um crítico de cinema se é que posso falar assim, sabe muito sobre isso.
6. Se socializar, ninguém pode viver sem interagir com as pessoas.
7. Tem muitas de observação.
8. Já pensei em muitas coisas para ajuda-lo, mas nunca pensei na música. Até mais. Foi um prazer poder ajuda-lo, pena que não entendo de word não consegui lhe enviar com as pergunta, me desculpe o mal jeito.