

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

RENATO DALL AGO

Musicando: um *Software* para Educação Musical nas séries iniciais

Trabalho de Diplomação.

Prof. Dr. Marcelo Soares Pimenta
Orientador

Porto Alegre, julho de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitora de Graduação: Profa. Valquiria Link Bassani

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Flávio Rech Wagner

Coordenador do ECP: Prof. Sérgio Luis Cechin

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABELAS	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARE</i> PARA EDUCAÇÃO MUSICAL: CONCEITOS E TRABALHOS RELACIONADOS.....	11
2.1 A Interdisciplinaridade do projeto	11
2.1.1 Interação Homem-Computador (IHC).....	11
2.1.2 Multimídia.....	12
2.1.3 Engenharia de <i>Software</i>	13
2.1.4 Educação Musical	13
2.2 Trabalhos Relacionados	15
3 MUSICANDO: REQUISITOS, ESPECIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO	18
3.1 Visão geral e decisões de projeto	18
3.2 Requisitos.....	20
3.3 Casos de uso.....	21
3.4 Diagrama de Classes	24
3.5 Descrição da Implementação	25
3.6 Descrição passo-a-passo.....	28
4 AVALIAÇÃO.....	39
4.1 Técnicas de Avaliação.....	39
4.2 Avaliação heurística.....	39
4.3 Avaliação seguindo roteiro específico	40
4.4 Avaliação com usuários finais – crianças de séries iniciais.....	40
4.5 Discussão dos resultados.....	42
5 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO A – PROBLEMAS ENCONTRADOS NO MUSICANDO	49
ANEXO B – ARTIGO DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO 1.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programing Interface
BPM	Batidas por minuto (Beats per minute)
IHC	Interação Homem-Computador
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MP3	Moving Picture Experts Group 1 (MPEG) Audio Layer 3
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCU	Projeto Centrado no Usuário
WAV	Waveform Audio File Format

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo de vida de de PCU estendido (WINKLER et al., 2000).....	12
Figura 3.1: Diagrama de Classes do <i>software</i> Musicando.....	24
Figura 3.2: Leiaute das telas do <i>software</i> Musicando.	25
Figura 3.3: Tela inicial do <i>software</i> Musicando.....	26
Figura 3.4: Faixa das margens consideradas no módulo Maestro.....	27
Figura 3.5: Primeira tela do módulo Maestro.....	29
Figura 3.6: Sistema executando o Padrão rítmico no módulo Maestro.....	30
Figura 3.7: Tela seguinte a execução do padrão.....	30
Figura 3.8: Tela de início da marcação rítmica pelo aluno.	31
Figura 3.9: Personagem informando qualificação da batida mais recente.	32
Figura 3.10: Tela de informação de retorno do módulo Maestro.....	32
Figura 3.11: Tela do módulo Acompanhar Música.....	33
Figura 3.12: Tela inicial do módulo Adivinhação Musical.....	33
Figura 3.13: Mudanças na tela após ação do aluno no nível 1.	34
Figura 3.14: Tela inicial do nível 2.....	35
Figura 3.15: Mudanças na tela após ações do aluno no nível 2.....	35
Figura 3.16: Tela inicial do nível 3.....	36
Figura 3.17: Exemplo de janela de informação de retorno do módulo Adivinhação.....	37
Figura 3.18: Tela do módulo Tocar Piano.....	38
Figura 4.1: Problemas em comum observados no <i>software</i> Musicando.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Características dos softwares pesquisados.	16
Tabela 4.1: Escala de severidades de problemas de usabilidade.	40

RESUMO

Este trabalho apresenta a proposta e desenvolvimento de um *software* para Educação Musical, que tem como usuários finais alunos das séries iniciais da Educação Básica. O objetivo é propor um aplicativo capaz de auxiliar o ensino de Música nas escolas, fortalecendo e complementando os conceitos vistos pelo professor em sala de aula. O programa de computador foi desenvolvido, testado e validado, a fim de verificar suas propriedades.

Palavras-Chave: Computação Musical, *Software* Educacional, Engenharia de *Software*, Educação Musical.

Musicando: software for Music Education in the early grades

ABSTRACT

This project presents the proposal and development of a software for Music Education, which has students of the early grades of basic education as end-users. The aim is to propose an application that can assist the teaching of music in schools, strengthening and complementing the concepts covered by the teacher in the classroom. The computer program was developed, tested and validated in order to verify its properties.

Keywords: Computer Music, Educational Software, Software Engineering, Music Education.

1 INTRODUÇÃO

É notório que o uso da Música no Currículo Escolar é eficaz no processo de desenvolvimento infantil. Há uma pluralidade de habilidades envolvidas, como raciocínio matemático (pelo conhecimento dos ritmos e das estruturas da música), concentração (prestando atenção nos diversos elementos musicais), disciplina (mantendo respeito ao próximo, mantendo a ordem na execução de tarefas), também sendo uma excelente terapia que irá auxiliar na formação emocional e cultural da criança. Além de essas qualidades serem reunidas e utilizadas no contexto da música, há um reflexo direto no progresso dos alunos em outras áreas onde tais capacidades são usadas, estimulando outras matérias escolares que têm essas aptidões na sua essência funcional.

O papel fundamental da escola é desenvolver as capacidades próprias de cada criança, além de transmitir os valores culturais e sociais através da música. O professor é a figura que deve potencializar as aptidões do aluno, atentando às diferenças que certamente existem em um grupo. Há crianças com grande talento musical ainda muito jovens, outras já adquirem o conhecimento e as competências musicais lentamente, por vezes com muito esforço. No entanto, todas têm a possibilidade de progredir [FRI03].

O professor pode recorrer a inúmeros métodos e ferramentas de trabalho, como aulas de audição, discussão dos sons e músicas ouvidos, debate sobre a experiência dos alunos, utilização de instrumentos de fácil manuseio (como instrumentos de percussão ou de sopro, como flauta doce), pesquisa sobre os elementos culturais do Brasil e como a música se relaciona com eles, etc. Essa liberdade que o professor possui torna possível a exploração de fatores mais teóricos, como o ensino da História da Música ou elementos da escrita musical, por exemplo, ou práticos, como a composição.

Levando isso em consideração, foi desenvolvida a ideia de criar um *software* de educação musical que auxiliasse o ensino de música nas séries iniciais do ensino escolar. O principal uso com a criação dessa ferramenta seria no papel de mais um recurso facilitador no processo ensino-aprendizagem musical, nunca ocupando o lugar do educador. Cabe ao professor reconhecer as qualidades e deficiências de seus alunos, progredindo os estudos quando a turma está num nível aceitável, ou então corrigindo ensinamentos que não foram efetivamente absorvidos.

O objetivo geral deste trabalho é propor e implementar esse programa de computador, funcionando como alternativa às atividades utilizadas pelos educadores em sala de aula. Já o objetivo específico é verificar como o usuário interage com o *software*, que foi desenvolvido por uma pessoa que tem conhecimentos nas áreas de Informática e Música. Os resultados dessa observação, depois de avaliados, apontam os erros e acertos no desenvolvimento do programa, que podem ser usados como ponto de partida em trabalhos futuros, dentro do mesmo tema.

Por séries iniciais, entenda-se que esse *software* tem como público-alvo crianças na idade escolar de 2^a a 4^a séries. Foi excluída a 1^a série, pois é necessário saber ler para interagir com o programa, e uma das características do *software* é que ele seja atemporal dentro do ano letivo, ou seja, possa ser aplicado em qualquer época do ano escolar. É possível que algumas crianças passem para a 2^a série com dificuldades na leitura, ou então leiam mecanicamente, sem entender o que estão a ler, pois a leitura é um processo de construção interna. No entanto, é preciso que a criança já tenha um prévio conhecimento da formação da língua escrita, por mais intuitivo que o *software* venha a ser.

O *software* proposto é enquadrado dentro de diversas áreas tanto da Informática quanto da Música. Cada uma dessas áreas tem sua contribuição na concepção do trabalho e será apresentada nesse documento. No capítulo 2, será abordada exatamente a interdisciplinaridade do projeto, que envolve as áreas acima. Também são apresentados os trabalhos existentes relacionados ao tema. Depois, no capítulo 3, serão apresentados os requisitos, a especificação e o desenvolvimento do *software*, bem como o seu funcionamento passo-a-passo. No capítulo 4 são apresentados os métodos e as etapas de avaliação e validação do *software*. Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE* PARA EDUCAÇÃO MUSICAL: CONCEITOS E TRABALHOS RELACIONADOS

2.1 A Interdisciplinaridade do projeto

Como o projeto trata de um *software* para educação musical, é pressuposto que várias disciplinas componham o caráter do trabalho. Na área da Música podemos citar a própria Educação Musical e Psicologia da Música. Podem ser citadas as especializações da Informática como a Computação Musical, Engenharia de *Software*, Multimídia e Interação Homem-Computador.

Assim sendo, é essencial que tais matérias estejam dominadas para o trabalho ser desenvolvido com sucesso. Além de ter o conhecimento musical necessário para essa aplicação, é preciso ter conhecimentos na área da Informática e de Engenharia de *Software*. Essas duas vertentes têm de trabalhar juntas a fim de satisfazer os requisitos do projeto e atingir seus objetivos. Da parte da Educação Musical, devem ser traçados objetivos educativos claros e definidos. É necessário estruturar e avaliar constantemente o programa a fim de atender o desenvolvimento musical dos usuários. Já no contexto da Informática, é requerido que sejam conhecidos os elementos que irão interagir diretamente com o aluno, tanto na forma sonora quanto na forma visual, e o tratamento dessas informações exige técnicas não-triviais de programação para que sejam transmitidas com a exatidão requerida de uma informação com fins educativos. Com isso, deve-se buscar a informação de profissionais capacitados no que se referem a limitações de plataformas e ambientes de programação quando for o momento de finalmente implementar o projeto interdisciplinar [FLO00].

2.1.1 Interação Homem-Computador (IHC)

Em se tratando de *softwares* educacionais, mesmo que a interface não seja o único elemento responsável pelo caráter educacional do aplicativo, é imprescindível que haja uma preocupação redobrada com sua qualidade [VAL00a]. A interface deve ser o meio no qual o aluno deve aprender os assuntos propostos, e não deve ser empecilho nesse processo. Em suma, o aluno deve se concentrar em aprender, e não em como utilizar o programa [FRI03]. Caso o contrário venha a acontecer, os problemas podem levar os alunos a conclusões equivocadas ou errôneas, tornar o uso do computador uma experiência frustrante e até causar desinteresse pelo estudo [FRI96].

Para identificar as reais necessidades dos usuários, pode ser usada a abordagem denominada Projeto Centrado no Usuário (PCU), cujo objetivo é focalizar o desenvolvimento da interface sobre necessidades e capacidades dos usuários, atendendo seus requisitos e apoiando suas atividades [FRI96].

Winkler Nemetz e Lima (2000) propuseram o PCU estendido, que é caracterizado por três aspectos: o processo cíclico de desenvolvimento, a ênfase nos usuários, alunos e suas tarefas e a avaliação empírica da interface. Ele difere do PCU original por incluir o aluno, que é um usuário com necessidades especiais que deve receber um tratamento diferenciado dos usuários em geral, e por incluir uma avaliação multidisciplinar, como pode ser visto na Figura 2.1 [FRI96].

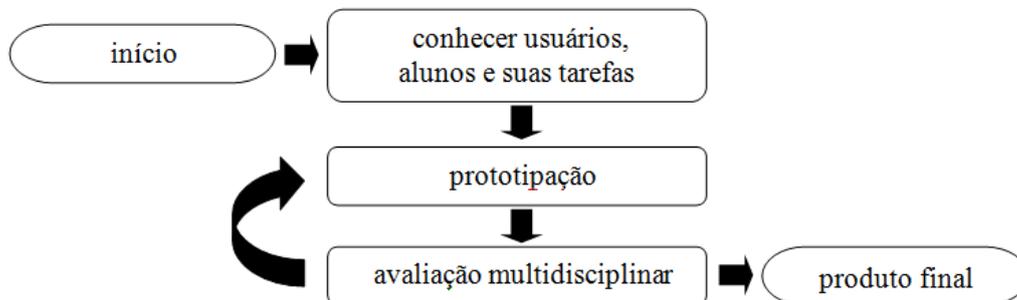


Figura 2.1: Ciclo de vida de de PCU estendido (WINKLER et al., 2000).

Então, é importante que se observe o contexto onde o *software* estará inserido. Como os usuários finais são crianças no começo da vida escolar, a interface visual gerada terá de ser o mais simples possível, sem lançar informações demais na tela, mas manter o necessário para a navegação fácil entre os módulos do *software*. A inserção de cores chamativas e ilustrações, bem como a criação de itens animados podem fornecer a interação necessária para manter a concentração do aluno, pois muitos elementos do universo da criança são dessa maneira, deixando o aluno mais à vontade para aprender.

Servindo como auxílio na parte de IHC, foi encontrado na literatura um guia de recomendações para desenvolvimento de interfaces [VAL00a], o qual será muito útil, pois foi desenvolvido direcionado a projetistas sem formação ou conhecimentos na área de IHC. O documento é composto por recomendações sugestivas para seleção e configuração dos elementos que fazem parte da interface, como menus, ícones, imagens, sons e animações.

2.1.2 Multimídia

Já que o *software* educacional a ser desenvolvido está situado na área musical, ter-se-á que usar os recursos multimídia, que é a combinação de diversos tipos de mídia, como textos, imagens estáticas, áudio, imagens em movimento e vídeos, em uma única aplicação de computador, pois será necessária a comunicação por meios sonoros, assim como visuais. Os *softwares* musicais "necessitam ainda combinar a interface visual com a interface musical, ou seja, produzir sons condizentes com as imagens e recursos visuais" [FRI96]. Mais importante que aprender a lidar com os recursos sonoros é ter o conhecimento de manipular a informação musical. Nesse ponto a Computação Musical é a especialidade da Informática que mostra as soluções a esses problemas.

2.1.3 Engenharia de *Software*

O conhecimento das técnicas de análise e projeto de *software* é outra contribuição importante da Informática. É com essas técnicas que se pode resolver questões de desenvolvimento do sistema relativas à produtividade, confiabilidade e à manutenibilidade do produto a ser obtido [YOU92][COL96]. Na literatura, são acompanhadas de uma metodologia para sua utilização no suporte ao processo de desenvolvimento de *software*, que "deve oferecer uma sistemática para as fases de análise, projeto e implementação" [COL96][RUM94]. Os autores ressaltam que o emprego dessa técnica é importante, pois o programa final pode se tornar de difícil manutenção e sem atender os requisitos do usuário, caso a fase de codificação muito cedo, por exemplo.

Como a característica do *software* é a educação musical, pode-se atentar às mesmas soluções dos problemas de desenvolvimento de aplicações hipermédia, pois se consideram as mesmas particularidades do tipo de aplicação, que podem ser: a) interatividade e navegação; b) aspectos visuais (interface com o usuário); c) multidisciplinaridade devido ao uso da multimídia [NEM95].

Para este projeto, a Engenharia de *Software* auxilia na metodologia de trabalho, que pode ser utilizada na definição de requisitos e casos de uso, na decisão de qual linguagem de programação usar e na definição das classes a serem usadas. Esses elementos são apresentados no capítulo 3 deste documento.

2.1.4 Educação Musical

A colaboração que a área da Educação Musical fornece no desenvolvimento do *software* educacional para música está na definição do conteúdo, ou seja, o que terá de informação e conhecimento inserido no programa. Para fazer essa definição é preciso identificar o público-alvo da aplicação, assim como o currículo de ensino que deve ser adequado a este usuário, sabendo o período escolar em que o aluno se encontra. A forma que esse conteúdo é apresentado, ou seja, a didática, é definida por consultores dessa área, com teorias de aprendizagem atualizadas das áreas da Educação Musical e Psicologia Cognitiva da Música [SWA10].

Para qualquer tipo de *software* desenvolvido para uso em educação musical é importante prestar atenção em teorias pedagógicas recentes, que estejam de acordo com os objetivos educativos do contexto esperado, e que principalmente o mesmo dê condições para o desenvolvimento musical da maneira mais abrangente possível. De acordo com Krüger (1999), são poucos os *softwares* de teoria musical brasileiros que são desenvolvidos com o suporte de estudos recentes sobre desenvolvimento cognitivo e musical; no lugar disso, são baseados em métodos tradicionais de apresentação, aplicação de conceitos e avaliação de resultados.

Para Keith Swanwick (2010), depois de respeitar o estágio em que cada criança se encontra, é preciso seguir três princípios: primeiro, preocupar-se com a capacidade da criança em entender o que é proposto; depois, observar o que ela traz de sua realidade, ou seja, ela também pode contribuir com alguns elementos. Por fim, tornar o ensino fluente, como uma conversa entre estudante e professor. Isso se faz muito mais demonstrando os sons do que com o uso de notações musicais.

Em educação musical, segundo Swanwick (2010), é fundamental que os conteúdos sejam trabalhados de maneira integrada. Isso pode ser realizado com o equilíbrio das atividades musicais proporcionadas aos estudantes. O autor propôs, na década de 1970, o modelo (T)EC(L)A, cujas atividades musicais são definidas da seguinte maneira:

- (Técnica): manipulação de instrumentos, controle técnico, execução em grupo, notação simbólica;
- Execução: tocar ou cantar;
- Composição: formulação de uma ideia musical, criação;
- (Literatura): estudo da história da música;
- Apreciação: audição, reconhecimento de estilos, forma, tonalidade, graus [SWA10].

As três atividades principais são Composição, Execução e Apreciação, que tem envolvimento direto com a música, e as secundárias são Técnica e Literatura, que contêm o conteúdo sobre música e devem entremear as principais. Tal modelo também serve para o professor de música saber quanto tempo está sendo despendido em cada processo, podendo assim redirecionar os esforços nas atividades que não estão sendo desenvolvidas [SWA10].

É apropriado trabalhar com músicas que as crianças já conheçam, mas não se pode ficar limitado a elas. Deve-se ampliar o repertório, e não só dentro de um estilo. Além disso, não se devem rotular os estilos musicais, pois esse tipo de estereótipo pode afastar a criança do ensino de música. A contextualização da criação é importante de modo que o estilo seja apenas um dos dados sobre a música [SWA10].

Para conhecer a situação do ensino de música no país, segue um pequeno panorama da evolução desde o século passado até os dias atuais.

Historicamente no Brasil, desde a década de 1930, durante a política educacional autoritária de Getúlio Vargas, a música formal foi instituída, levando a todos os níveis de ensino a aula de música obrigatória (Decreto-Lei 19.860 de 1931). Esse modelo foi substituído em 1961 pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e a Reforma Educacional de 1971, que consideraram a Música como uma das linguagens da Educação Artística, por isso, uma atividade educativa, não sendo julgada como disciplina, generalizando assim as linguagens das artes: música, teatro, artes plásticas, desenho, etc. [SOU10].

Finalmente, a nova LDB de 1996 tentou corrigir esta distorção da concepção quanto à apreciação e ao fazer artístico. "O ensino de arte constituirá componente curricular obrigatório, nos diversos níveis de educação básica, de forma a promover o desenvolvimento cultural dos alunos" (LDB n. 9.394/96, Art. 26, § 2º). O ensino de Arte substitui a concepção de Educação Artística introduzidas nos currículos da década de 70. Porém, é complicado traçar um conteúdo pedagógico, pois a lei privilegia a flexibilidade do ensino [SOU10].

Em 18 de agosto de 2008 é sancionada a lei nº 11.769, que determina que a música deverá ser conteúdo obrigatório em toda a Educação Básica, e as escolas, tanto públicas como privadas, têm até o ano de 2011 para incluir o ensino de Música na sua grade curricular. O Ministério da Educação e Cultura recomenda que, além das noções básicas de música, dos cantos cívicos nacionais e dos sons de instrumentos de orquestra, os

alunos aprendam cantos, ritmos, danças e sons de instrumentos regionais e folclóricos para, assim, conhecer a diversidade cultural do Brasil [COS10].

Com a exigência da lei, aumenta a expectativa que professores e educadores venham a buscar alternativas às técnicas usuais de ensino em sala de aula, e uma das opções é a tecnologia, mais especificamente o *software* educativo-musical. É neste ponto que reside a motivação para este trabalho. Porém, o uso de ferramentas computacionais ainda não é muito difundido no contexto das Ciências Humanas, ao contrário das Exatas, onde a solução de problemas matemáticos e lógicos é feita há muitos anos com o auxílio do computador. Além disso, é preciso divulgar e instruir os professores de música sobre as ferramentas existentes, fazendo-os vencer os preconceitos e torná-los interessados em partilhar experiências sobre a aplicação de tecnologia ao ensino de música [MIL04].

2.2 Trabalhos Relacionados

Com o intuito de estabelecer um paralelo sobre os enfoques abordados nos diversos *softwares* para educação musical já existentes, foi feita uma pesquisa para ter conhecimento das formas de abordagem utilizadas. Foram excluídas dessa pesquisa *softwares* para notação musical, seqüenciamento e gravação etc. por não terem conteúdos e formas de interação condizentes com o público a ser atingido pelo *software* desenvolvido.

Os *softwares* analisados são: Metronimo (2007), Happy Note! (2007), Soft Mozart (Do Re Mi Fa Soft, 2007), Music Ace 2 (Harmonic Vision, 2007), portal EduMusical (2007) e Zorelha (2008). Todas estas aplicações são voltadas para o público infantil, mesmo que em algumas seja difícil encontrar a faixa etária exata a qual se destinam, encontrada nos manuais ou em outras documentações ou mesmo pelo aspecto da interface gráfica.

Quando o programa é aberto, o usuário deve ter a orientação sobre onde começar a usufruir de seus recursos. Tal habilidade é encontrada com facilidade no *software* Music Ace 2, onde há um personagem, um “Maestro”, que guia o aluno através da fala, além de aparecer o que é dito na forma escrita. Da mesma forma, o Zorelha têm uma menina como personagem, que guia o aluno nas atividades, porém não há nada escrito, pois esse programa foi desenvolvido para crianças na faixa etária de quatro a seis anos, ou seja, ainda não-alfabetizadas [JES08]. Já o *software* Happy Note! apresenta apenas na forma escrita o que deve ser feito. O portal EduMusical e o *software* Metronimo apresentam o acesso aos seus submódulos na interface principal, o primeiro através de desenhos, o segundo com o nome das atividades. Ambos alteram a forma do cursor quando este se aproxima de um ícone/texto que direciona a uma atividade.

Ao iniciar uma atividade, é importante a identificação de onde se situa o usuário, ou seja, em qual submódulo se encontra, e como ele poderia voltar a um estado anterior. Dos *softwares* analisados, todos cumprem essa recomendação. Apenas o Zorelha que, por não optar por dizeres escritos, apresenta somente ícones.

Como esses programas se enquadram na categoria educativo-musical, o som é uma propriedade importante da multimídia que é utilizado. O controle dos sons não é percebido no portal EduMusical nem no Zorelha. Já no Metronimo, é possível optar

entre “com som” ou “sem som”. No Music Ace 2 e no Happy Note! o controle é fácil de ser encontrado e manipulado.

Caso o usuário não saiba o que fazer em determinado momento, é preciso disponibilizar auxílio por parte do programa. Os *softwares* que apresentam ajuda na forma escrita são o portal EduMusical, o Happy Note! e o Metronimo. Como o Music Ace 2 é apresentado como um *software* de exercício e prática, o programa é dividido entre lição e jogo, sendo que na lição o personagem “Maestro” guia o aluno sobre o que deve ser feito. Já o Zorelha contém diversos ícones com o símbolo “?”, que, ao ser clicado, fornece ao usuário informações sobre a tarefa a ser executada, ou sobre um instrumento etc.

Quanto a apresentação de simbologia musical, o Music Ace 2 e o Happy Note! mostram alguns elementos como símbolos de duração de nota e pausas, nomes das notas nas pautas etc. Porém, assim como os outros, também apresentam atividades com foco na experimentação sonora.

Com essa análise, é possível traçar um paralelo entre as propriedades encontradas nos *softwares* e aquelas que serão importantes desenvolver. Isto é mostrado na tabela abaixo.

Tabela 2.1: Características dos *softwares* pesquisados.

<i>Software/</i> Características	Interface com referência à localização	Ícones de controle (volume, ajuda)	Tipos de conteúdo	Forma de apresentação
Music Ace 2	Sim – título no topo	Volume da barra de menus, ajuda na forma de lições	Símbolos musicais e conceitos de teoria. Lições para aprendizado com tutorial e prática na forma de jogo.	Narrador- personagem explica ao aluno as tarefas. Utiliza imagens e animações.
Happy Note!	Sim – título no topo	Volume e ajuda na barra de menus	Jogos para aprendizado das notas da pauta e treinamento auditivo.	O aluno deve ler as instruções para interagir com o software. Usa animações e imagens.
Metronimo	Sim – título no topo à esquerda	Sem/com som e ajuda textual dentro dos submódulos	Leituras de nota na pauta, conhecimento dos instrumentos, história dos	Informações dadas através de textos e imagens.

compositores.				
EduMusical	Sim – título no topo	Ajuda textual dentro dos módulos. Sem controle de volume.	Atividades lúdicas para conhecer os instrumentos, apreciação musical, história de músicos e peças.	Instruções e informações dadas através de textos e imagens. Possui animações, mas sem relação com conteúdo musical abordado.
Zorelha	Sim – ícone no topo	Sem controle de volume. Ajuda narrada e disponível em diversos momentos no <i>software</i> .	Atividades de apreciação sonora sobre instrumentos e instrumentistas, tanto solo quanto em conjunto.	Narradora-personagem. Sem textos. Animações e imagens auxiliam na apresentação dos conteúdos.

3 MUSICANDO: REQUISITOS, ESPECIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

3.1 Visão geral e decisões de projeto

O objetivo do *software* é apoiar o ensino de música em geral, no currículo de alunos das séries iniciais da Educação Básica. Para tanto, é necessário estabelecer tarefas que tenham como proposta ensinar ou complementar o ensino dos usuários na faixa etária indicada. Cada tarefa apresenta aspectos diferentes entre si, dentro da área da Música, e a criança poderá explorar essas características, fortalecendo sua musicalidade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são referências dos Ensinos Fundamental e Médio de todo o país. O objetivo dos PCN é garantir a todas as crianças e jovens brasileiros o direito de usufruir do conjunto de conhecimentos reconhecidos como necessários para o exercício da cidadania. Não possuem caráter de obrigatoriedade e, portanto, pressupõe-se que serão adaptados às peculiaridades locais [BRA97].

Há um volume dos PCN que trata exclusivamente da arte, e lá podem ser encontradas questões referentes à música, e quais propostas de ensino seriam adequadas nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Algumas dessas propostas foram analisadas e servem de base teórica para o *software*, como:

- Brincadeiras, jogos, danças, atividades diversas de movimento e suas articulações com os elementos da linguagem musical;
- Percepção e identificação dos elementos da linguagem musical (motivos, forma, estilos, gêneros, sonoridades, dinâmica, texturas, etc.) em atividades de apreciação, explicitando-os por meio da voz, do corpo, de materiais sonoros disponíveis, de notações ou de representações diversas.

Outras atividades mais específicas e conteúdos possíveis de serem abordados foram encontrados, como: fazer a distinção entre sons de diferente duração (longos e curtos); reconhecer as variações de altura numa frase melódica (ascendente e descendente); bater a pulsação de tempos (andamentos); utilizar instrumentos para tocar de cor ou a partir de uma notação melodias e acompanhamentos conhecidos; identificar os diferentes instrumentos escutando excertos musicais; explorar maneiras de produzir sons utilizando instrumentos de percussão.

De posse do conhecimento dessas atividades específicas, alguns desses conteúdos foram agrupados de modo a formarem uma tarefa. Desejava-se utilizar todas as

atividades citadas no parágrafo acima, portanto foram criados outros módulos que contemplassem esses conteúdos restantes. Por fim, o total de módulos concebidos são quatro, como pode ser visto abaixo, juntamente com os conceitos musicais envolvidos:

- **Maestro:** uma aplicação lúdica em que a criança deve seguir o andamento da música que é tocada, pressionando uma tecla no teclado do computador, como se fosse o regente da música. Estimula o senso de andamento da música, já que é preciso manter um pulso rítmico estável para seguir o andamento;
- **Acompanhar Música:** aqui, a criança escolhe uma música e um instrumento de percussão para tocar junto. Incentiva a criança a compor música, pois ela pode dar o ritmo que desejar durante a música;
- **Adivinhação Musical:** aplicação que estimula o desafio individual, em três níveis de dificuldade: primeiro, a criança tenta adivinhar o instrumento que toca a música escolhida aleatoriamente; depois, além da atividade do nível anterior, é pedido que se compare a duração da última nota da música com a duração de uma nota dada. Passado esse nível, a terceira etapa são as duas anteriores mais a identificação da altura da última nota da música com a altura de uma nota dada. Esta seção do programa requer que a criança saiba diferenciar timbres (sons de diferentes instrumentos), durações (longo/curto) e alturas (grave/agudo), que são elementos básicos na música;
- **Tocar Piano:** nessa parte do programa é apresentado um teclado de piano, em duas oitavas, onde a criança seleciona uma música para acompanhar. Ela também pode ver a demonstração da música no teclado. Há como escolher trechos da música a serem acompanhados ou demonstrados, ou então ela inteira. Este é parecido com o módulo de Acompanhar Música, porém há uma regra a seguir, e é com um instrumento melódico, onde além de manter o ritmo correto da música é preciso saber quais notas são tocadas em cada tempo.

Estas seções dentro do programa formam o que foi chamado de “Musicando”: ou seja, o *software* proposto por este trabalho.

A linguagem de Programação Java foi escolhida para desenvolver o programa, pois além da facilidade de aprendizado da linguagem, há robustez, portabilidade, fácil depuração etc.

Outro forte motivo foi o fato de ter incluída uma biblioteca de tratamento de sons e mensagens MIDI, a JavaSound. Esta API (*Application Programming Interface*) é utilizada no *software* musical em operações como captura e sequenciamento de arquivos e mensagens MIDI. Apesar de não fornecer ferramentas gráficas, ela foi suficiente para implementar as funções desejadas, consultando na sua documentação o funcionamento das classes e métodos. Também é uma vantagem a manipulação de arquivos MIDI por seu tamanho extremamente pequeno, ao contrário de arquivos MP3 ou WAV, por exemplo.

O ambiente de desenvolvimento escolhido foi o NetBeans, pois fornece ao programador ferramentas necessárias para criar aplicativos de *desktop*. A principal vantagem observada foi a capacidade de visualizar o projeto, já que o Musicando é baseado na interação do usuário com as interfaces do programa. Essa integração entre as

classes e as interfaces, utilizando a API *Swing*, gerando código automático a cada elemento adicionado à interface é uma vantagem para quem não é desenvolvedor de programas profissional.

3.2 Requisitos

Como dito na sessão 3.1 acima, o Musicando é dividido em módulos, havendo requisitos específicos para cada um, além dos requisitos gerais. Esses últimos são executar e parar músicas nos formatos MIDI e MP3, capturar eventos de teclado e *mouse* e identificar opções escolhidas pelo usuário em caixas de combinação e botões radiais.

Outro requisito geral foi a escolha do ambiente NetBeans versão 6.9.1 e a utilização da linguagem Java para o desenvolvimento do *software*.

Os requisitos específicos são mais bem explicados módulo a módulo. Antes disso, porém, há elementos da interface que são comuns a todos os módulos, tais como seção da ajuda e controle de volume. Para esses elementos, os requisitos são:

- Ao repousar o *mouse* sobre os ícones de “voltar para o menu”, “ajuda” ou “controle de volume”, deve ser aberto uma moldura do tipo “Tooltip”, que explica qual a funcionalidade do ícone;
- Ao clicar no ícone “voltar para o menu”, o sistema deve reinicializar as variáveis e inicializar os componentes dos módulos, e em seguida voltar ao menu inicial;
- Clicando no ícone “ajuda”, uma janela deve ser aberta contendo informações explicativas sobre o módulo em que o usuário se encontra;
- Ao clicar na figura “controle de volume”, uma janela deverá abrir contendo uma barra deslizante para ser possível o controle do volume do *software*.

O menu inicial é composto de quatro botões, cujo acionamento deverá dar acesso aos respectivos módulos, e breves descrições do que é encontrado em cada um desses módulos.

No módulo Maestro, será necessário:

- Abrir, executar (botão PLAY) e parar (botão STOP) arquivos MIDI;
- Retirar informação sobre o BPM do MIDI, para assim montar um padrão rítmico que deverá ser seguido pelo usuário;
- Interagir através de balões “falados” pelo personagem, com aviso sonoro no instante que uma instrução nova é apresentada;
- Apresentar de forma visual e sonora o padrão (andamento) da música desejada;
- Detectar pressionamento do teclado, a fim de capturar os instantes do pressionamento da tecla Enter, de modo a comparar com o andamento da música;

- Calcular se o instante em que Enter foi clicado está dentro do limite de aceitação comparado com o pulso da música, fornecendo resposta imediata através do personagem ao usuário.
- Ao final da música, dar informação de retorno ao usuário, fornecendo dados sobre seu desempenho.

No módulo Acompanhar Música, os requisitos são:

- Abrir, executar (botão PLAY) e parar (botão STOP) arquivos MP3;
- Identificar o instrumento selecionado pelo aluno;
- Identificar quando uma tecla é pressionada, pois é o momento em que o aluno “toca” o instrumento.

Já no módulo Adivinhação Musical, é necessário:

- Abrir, executar (botão PLAY) e parar (botão STOP) arquivos MIDI;
- Identificar e qualificar as opções escolhidas pelos alunos;
- Dar a informação de retorno a cada final de tarefa executada.

E finalmente, para o módulo Tocar Piano, tem-se os requisitos:

- Identificar a música e os parâmetros selecionados pelos alunos;
- Identificar, colorir e tocar a nota correspondente a “tecla” do piano, quando pressionada com o clique do cursor.

3.3 Casos de uso

Os casos de uso descrevem as capacidades ou formas de utilização do *software* do ponto de vista do usuário. Assim sendo, especificam o comportamento de um sistema como um todo ou parte dele, apresentando uma sequência no conjunto de ações descritas.

Assim como na fase de requisitos, cada módulo apresenta seu conjunto de casos de uso. Para o módulo Maestro:

Caso de Uso 01: Aluno seleciona música

1. O aluno escolhe na caixa de combinação a música que deseja acompanhar;
2. O personagem fornece a instrução sobre prestar atenção ao padrão;
3. O sistema exibe um padrão de andamento, nas formas visual e sonora, sincronizadas;
4. Os botões de repetir padrão, executar e parar são habilitados. A caixa de escolha de música é desabilitada.
5. O personagem fornece a instrução sobre acionar o botão executar (PLAY).

Caso de Uso 02: Repetir padrão

1. Se houver algum som executando, este é parado pelo sistema;

2. Os botões de executar e parar e a caixa de combinação são desabilitados.
3. O sistema repete o padrão audiovisual;
4. Os botões de repetir padrão, executar e parar são habilitados.

Caso de Uso 03: Executar e exercer tarefa

1. O aluno aciona o botão executar (PLAY);
2. O sistema toca a música;
3. O personagem fornece instruções sobre apertar a tecla Enter do teclado conforme o padrão, seguindo o andamento da música;
4. O aluno vai teclando Enter, ao longo da música, e conforme a precisão do ato é dado um retorno pelo personagem. Se foi correto, o personagem mostra um elogio, se foi quase certo, diz uma mensagem de quase acerto, e se foi fora do andamento, apresenta uma informação de erro.
5. Ao final da música, o sistema abre uma janela de retorno de informação, com as probabilidades do acompanhamento. O módulo volta ao estado inicial.

Caso de Uso 04: Parar

1. O aluno aciona o botão parar (STOP);
2. A música é parada pelo sistema. O módulo volta ao estado inicial.

Casos de uso do módulo Acompanhar Música:

Caso de Uso 05: Escolher música

1. O aluno seleciona na caixa de combinação a música desejada;
2. O sistema permite ao aluno selecionar o instrumento utilizado no acompanhamento da música.

Caso de Uso 06: Escolher instrumento

1. O aluno escolhe um dos cinco instrumentos disponíveis para acompanhar a música;
2. O sistema permite ao aluno reproduzir a música.

Caso de Uso 07: Executar música e acompanhar

1. O aluno aciona o botão executar (PLAY);
2. O sistema toca a música;
3. O aluno pressiona qualquer tecla do teclado do computador, e o som do instrumento selecionado é executado.

Caso de Uso 08: Parar

1. O aluno aciona o botão parar (STOP);
2. A música é parada pelo sistema.

Para o módulo Adivinhação Musical, os casos de uso são:

Caso de Uso 09: Executar música

1. O aluno aciona o botão executar (PLAY);

2. O sistema toca a música.

Caso de Uso 10: Responder instrumento (nível 1)

1. O aluno escolhe dentre os instrumentos de uma lista aquele que ele pensa que tocou a música;
2. O aluno aciona o botão OK;

Caso de Uso 11: Responder instrumento e duração (nível 2)

1. O aluno escolhe dentre os instrumentos de uma lista aquele que ele pensa que tocou a música;
2. O aluno aciona o botão de ouvir o trecho;
3. O sistema toca uma nota;
4. O aluno responde se o trecho ouvido é mais longo ou mais curto que a última nota da música;
5. O aluno aciona o botão OK;

Caso de Uso 12: Responder instrumento, duração e altura (nível 3)

1. O aluno escolhe dentre os instrumentos de uma lista aquele que ele pensa que tocou a música;
2. O aluno aciona o botão de ouvir o trecho relativo à duração;
3. O sistema toca uma nota;
4. O aluno responde se o trecho ouvido é mais longo ou mais curto que a última nota da música;
5. O aluno aciona o botão de ouvir o trecho relativo à altura;
6. O sistema toca uma segunda nota;
7. O aluno responde se o trecho ouvido é mais grave ou mais agudo que a última nota da música;
8. O aluno aciona o botão OK;

Caso de Uso 13: Informação de retorno

1. Após cada acionamento do botão OK, o sistema abre uma janela com informações sobre os acertos e erros do aluno e sobre quantos subníveis faltam para ele trocar de nível.

Por fim, os casos de uso do módulo Tocar Piano:

Caso de Uso 14: Som do piano

1. O aluno clica com o cursor sobre as teclas do piano;
2. O sistema toca o som da nota correspondente.

Caso de Uso 15: Tocar música

1. O aluno seleciona as opções tocar ou acompanhar, e sobre qual trecho da música deseja atuar;
2. O sistema permite ao aluno reproduzir a música;
3. O aluno aciona o botão executar (PLAY);
4. O sistema toca a música.

3.4 Diagrama de Classes

O Diagrama de Classes mostra as diferentes classes que compõem um sistema e como elas se relacionam. Ele é considerado um diagrama “estático”, pois mostra as classes com seus atributos e métodos, e os relacionamentos estáticos entre elas: quais classes conhecem ou dependem de outras classes.

No Musicando, a principal classe é a `GuiPrincipal`. Nela estão todos os atributos e métodos que a interface gráfica do programa utiliza. A partir dela outras classes estão vinculadas.

As classes `Musica` e `MP3` servem para tocar os arquivos tipo WAV e MP3, respectivamente. Para dar a animação das figuras de semínimas do módulo Maestro é utilizada a classe `MudaFigura`. Para prestar o auxílio no piano são usadas as classes `Piano`, `Key` e `ChannelData`. As janelas de resultados dos módulos Maestro e Adivinhação Musical pertencem à classe `Status`, enquanto as janelas de ajuda são objetos da classe `Ajuda`. A Figura 3.1 mostra a relação entre essas classes:

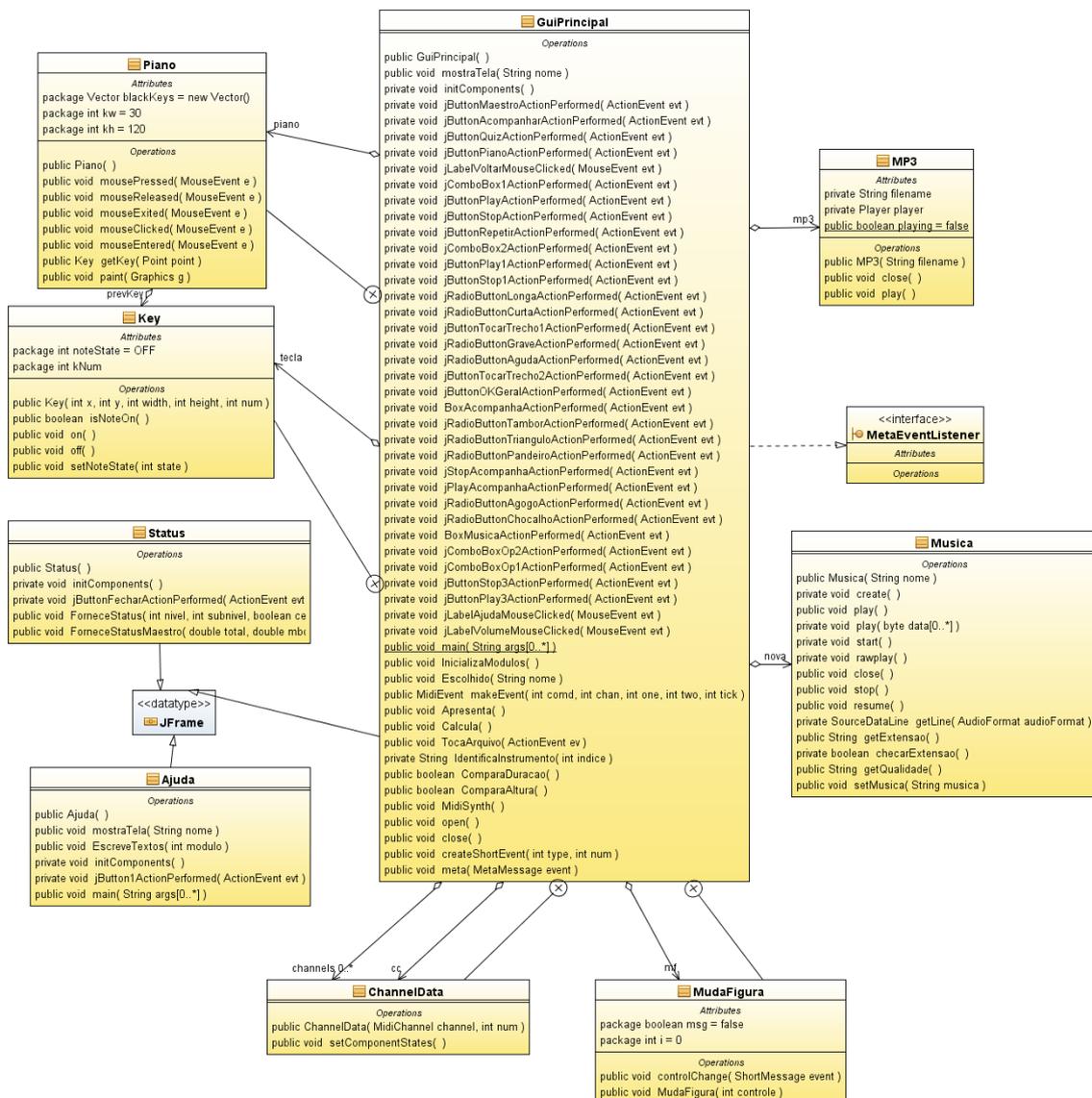


Figura 3.1: Diagrama de Classes do *software* Musicando.

3.5 Descrição da Implementação

Através do modelo de interface é que os projetistas definem de que forma as informações serão exibidas para o usuário. É o modelo em que se definem os *layouts* das telas, a aparência dos objetos e as identidades visuais.

De início, foi decidido que todo o processo de interação com o usuário seria feito através de uma única janela, cujo conteúdo de uma parte é alterado quando se muda de atividade. O tamanho da janela foi definido em 800x600 pixels (tamanho adequado para as atividades utilizadas), não redimensionável (para que as crianças não ficassem alterando o tamanho da tela, pois poderiam esconder elementos importantes e dificultar o aprendizado).

De acordo com Nemetz (1995), a tela deve ser dividida em áreas, cada qual com um propósito definido. Algumas áreas que são comumente utilizadas (e usadas neste trabalho também) são a área de conteúdos, onde são apresentadas as informações sobre a atividade; área de auxílio à navegação, com controles comuns aos módulos; e área de localização, que informa o contexto corrente. Assim, foi definido o leiaute geral das telas do Musicando. A região central e esquerda é onde é apresentado o conteúdo para o usuário, e onde as atividades acontecem. A faixa superior é o identificador de onde o programa está no momento. A faixa vertical à direita é a área de navegação entre os módulos, ícone de ajuda e controle de volume. O diagrama da figura 3.2 a seguir resume esse leiaute:

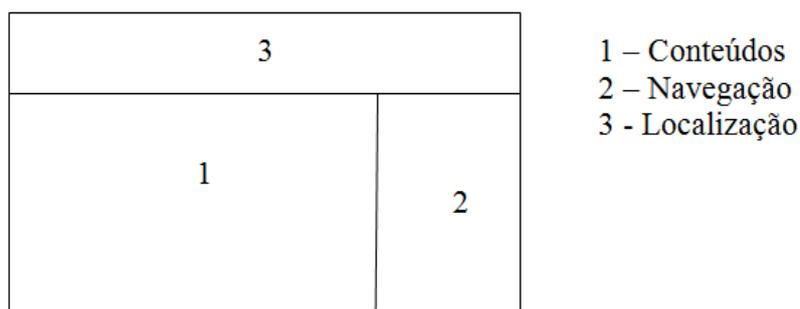


Figura 3.2: Leiaute das telas do *software* Musicando.

Ou seja, a seção da tela que muda é a de conteúdos: é onde cada módulo é apresentado, cada um com suas características. Da mesma maneira, a tela inicial do Musicando mostra na parte de conteúdos os botões de acesso aos módulos. A parte de navegação nunca muda durante a execução do programa. Isto se relaciona com a heurística de usabilidade sobre consistência da interface: informações do mesmo tipo podem ser encontradas sempre no mesmo lugar, ainda que em telas diferentes [FLO02]. Já a parte de localização é diferente quando se acessa cada parte do programa: o nome do módulo é mostrado. A Figura 3.3 abaixo mostra como é a tela inicial do Musicando:



Figura 3.3: Tela inicial do *software* Musicando.

Cada módulo tem uma maneira de funcionamento, como visto nos casos de uso. A seguir, é dada uma descrição superficial da implementação. Há soluções de projeto muito detalhadas, que não merecem ser explicitadas aqui, porém serão explicadas aquelas soluções que têm importância no que se refere ao *software* para Educação Musical.

Como o módulo Maestro se propõe a fazer o aluno seguir um padrão rítmico (o andamento da música), é necessário que seja obtido o valor do BPM da música MIDI selecionada por ele. Com esse valor, o padrão rítmico pode ser apresentado ao aluno (através das semínimas animadas e do som de um metrônomo). Para este primeiro protótipo, foram utilizadas apenas músicas em compasso quaternário.

Após colocar a música para executar, o aluno tem a tarefa de acompanhar a velocidade da canção, teclando Enter no exato instante em que o tempo da música acontece, ou seja, seguindo o BPM da música ao teclar Enter a cada tempo, durante toda a sua duração. Porém, existe um problema: para que haja um acerto de tempo, o aluno deveria teclar exatamente no primeiro instante em que o tempo acontece, mas esse é um instante muito pequeno e seria praticamente impossível acertar com uma exatidão “discreta” esse momento particular. Por exemplo: caso o aluno teclar depois de 10 milissegundos do acontecimento do tempo musical, ele estaria fora desse tempo, porém 10 milissegundos é praticamente imperceptível para um ser humano sentir que marcou o tempo errado, mas do ponto de vista da computação ele estaria errado, portanto esse fator é considerado relevante.

Para solucionar isso, foi deixada uma margem de acerto a cada tempo da música. Cada vez que o aluno tecla Enter, é capturado o instante (em relação à música) em que essa ação aconteceu. A margem foi definida empiricamente como 15%, ou seja, caso o aluno tecla Enter 15% antes ou depois do tempo musical ocorrer, ele teria o acerto

daquele tempo. Do mesmo modo, foi definida outra margem, também empiricamente, de 15% a 30%, em que o aluno obteria um “quase acerto” desse tempo. Se o aluno teclar fora dessas margens, ele estaria errado, ou seja, estaria “fora de tempo”. A latência da captura da tecla pelo sistema foi considerada para classificar o momento da ação do aluno. A Figura 3.4 ilustra as margens dos tempos da música.

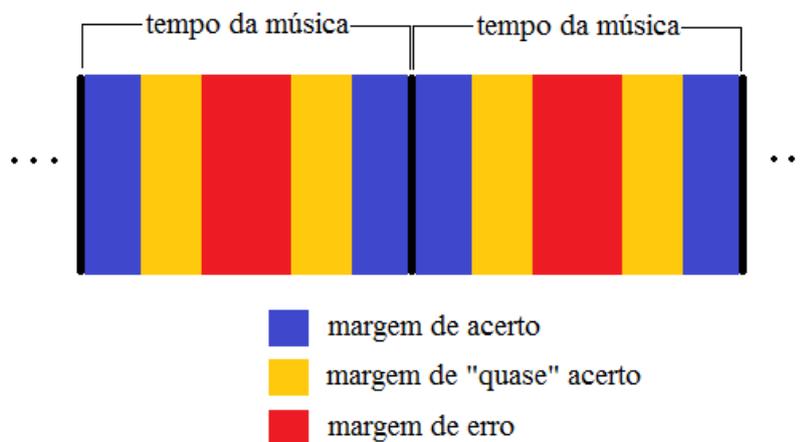


Figura 3.4: Faixa das margens consideradas no módulo Maestro.

Cada vez que o aluno tecla Enter, sua batida é classificada de acordo com as margens, e é feita uma contagem de batidas da tecla. Ao final da música, são mostrados dados estatísticos sobre os acertos, os “quase” acertos e os erros que ocorreram durante a música. Também é mostrado o índice de batidas perdidas pelo aluno.

No módulo Acompanhar Música, após a seleção da música e do instrumento, é feita uma sequência MIDI de uma única nota. Quando a música é tocada, essa sequência é executada no momento em que o aluno pressiona alguma tecla. O sistema seleciona o instrumento a tocar essa única nota baseado na escolha que o aluno fez previamente.

Neste primeiro protótipo, para o módulo Adivinhação Musical, oito arquivos MIDI são usados para compor o banco de músicas da tarefa. Cada arquivo conta com um trecho de música tocado por um instrumento diferente, e a última nota de cada trecho tem uma duração e uma altura (frequência sonora) diferentes entre si. Também existe um banco de oito arquivos contendo uma única nota musical, com durações e alturas diferentes entre si. Este banco é considerado como banco de arquivos duração de nota. Outros seis arquivos, que apresentam uma nota de alturas diferentes cada um, compõem o banco de arquivos altura de nota. Caso seja desejada a inserção de arquivos num próximo protótipo, os *arrays* que contêm informações sobre a duração e altura das últimas notas dos arquivos do banco de músicas devem ser expandidos e reconfigurados.

Quando o aluno coloca uma música para tocar, aleatoriamente o sistema escolhe um arquivo do banco de músicas (o nome é sorteado) e o executa. Assim, o *software* já sabe qual instrumento tocou a música e qual a duração e altura da última nota. Se o aluno está no nível 1, o sistema confere se o nome selecionado pelo aluno na caixa de combinação confere com o nome do instrumento sorteado, fornecendo a ele a informação de retorno (se o aluno acertou ou errou qual o instrumento que tocou a música).

Já no nível 2, além de ouvir a música e identificar o instrumento que a toca, o aluno deve ouvir um trecho de nota e compará-lo à última nota da música, no que diz respeito à duração. Esse trecho também é escolhido aleatoriamente, porém excluindo do sorteio o arquivo que contém a nota com duração igual à nota da música. Desse modo, tem-se sete arquivos do banco de arquivos de duração de nota possíveis de serem executados. O *software* já tem a informação sobre a duração da nota da música, e deve comparar com a resposta do aluno (curta ou longa) para lhe dar a informação de retorno.

O nível 3 é composto pela identificação do instrumento e da comparação das durações e das alturas da última nota da música com dois trechos (relativos à duração e à altura). A maneira com que o instrumento e a duração são conferidos é idêntica a dos outros dois níveis. O arquivo da altura é escolhido de forma aleatória. As alturas de todas as últimas notas das músicas e de todos os arquivos do banco de alturas de nota são diferentes entre si, e é feita uma simples comparação da informação da altura da última nota da música com a nota do banco sorteada para saber qual é mais grave ou mais aguda. Em seguida, é comparado com a resposta do aluno e dado o retorno sobre seu acerto ou erro.

No módulo Tocar Piano, as teclas são identificadas pela cifra da nota correspondente. Ao repousar e clicar com o cursor sobre uma tecla, a mesma é tocada, com o som de um piano, criado com mensagens MIDI. Ao montar o piano, o programa conhece a localização de cada retângulo (que são as teclas). Quando o aluno clica sobre ele, o *software* obtém o ponto da área do piano onde o cursor clicou, sabendo qual a nota que deve ser executada e pintada.

3.6 Descrição passo-a-passo

Como o Musicando é um *software* de execução dinâmica, ou seja, as ações do programa mudam a todo o momento, uma descrição do que acontece a cada ato do usuário é uma maneira de entender melhor o seu funcionamento. As figuras a seguir ajudarão a compreender o que ocorre no Musicando, ilustrando essa descrição passo-a-passo.

Ao iniciar o programa, a primeira tela que aparece é a mostrada na Figura 3.3 mostrada anteriormente. Ali já é possível visualizar os elementos que permanecem durante todo o processo, como os ícones de voltar, ajuda e controle de volume. O aluno pode então selecionar qual módulo deseja acessar acionando algum dos botões presentes na parte de conteúdo.

Entrando no módulo Maestro, a tela encontrada é como a da figura 3.5. O personagem se comunica com aluno através do balão durante todo o tempo. Nesse momento, ele pede para o aluno escolher uma música na caixa de combinação:



Figura 3.5: Primeira tela do módulo Maestro.

Logo após a música ser escolhida, são executadas oito notas em sequência ao mesmo tempo em que uma animação ocorre: essas oito notas seguem a velocidade da música selecionada, e servem de exemplo que deve ser seguido pelo aluno depois. A essa sequência foi dado o nome “Padrão”. A animação é composta de quatro semínimas de cor preta. Cada semínima corresponde a um tempo musical, e de acordo com o tempo em que o padrão se encontra, a semínima correspondente daquele tempo ganha a cor vermelha. Ou seja, para a primeira batida do padrão, a primeira semínima é vermelha, enquanto as outras são pretas. Para a segunda batida, a primeira volta a ficar preta e a segunda semínima torna-se vermelha. Depois de quatro batidas, o quinto tempo do padrão é associado à primeira semínima, o sexto tempo à segunda semínima e assim por diante, dando a característica de quatro tempos em um compasso. Na Figura 3.6 o personagem pede para o aluno prestar atenção ao padrão, que está sendo tocado juntamente com a animação:



Figura 3.6: Sistema executando o Padrão rítmico no módulo Maestro.

Após o padrão ser apresentado o aluno está pronto para começar a tarefa propriamente dita, ou seja, acompanhar o andamento da música, como um Maestro faria frente a uma orquestra. Se desejado, o Padrão pode ser ouvido novamente pressionando-se o botão “Repetir Padrão”. Os botões de execução e de interrupção da música estão habilitados, como visto na Figura 3.7:

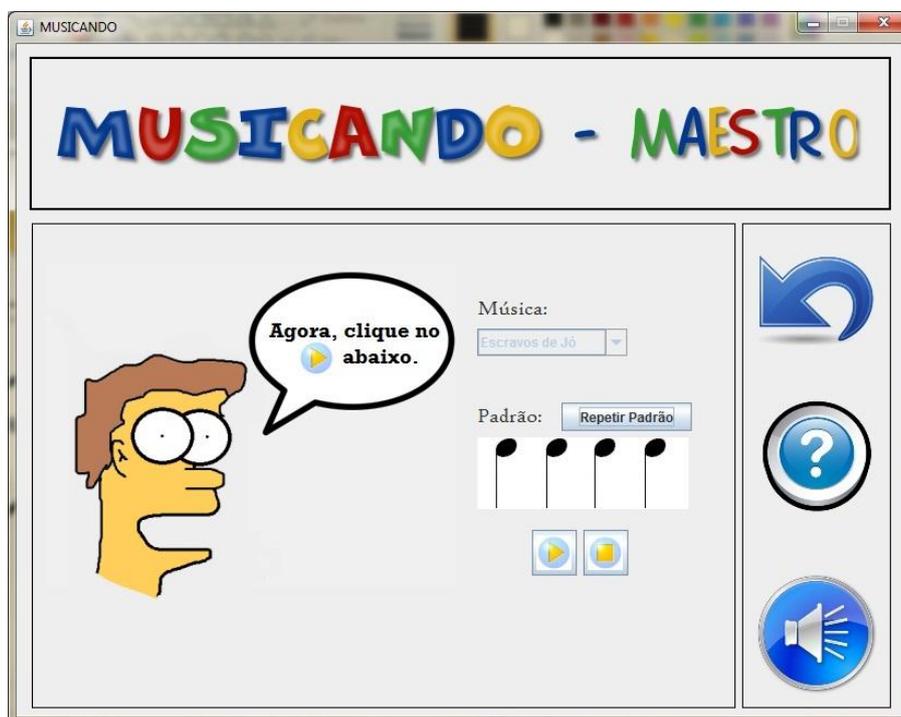


Figura 3.7: Tela seguinte a execução do padrão.

Ao clicar no botão de execução, a música começa, e a animação das semínimas também. O modo em que as semínimas se animam é idêntico ao usado na execução do Padrão, ou seja, no exato instante da execução de um tempo musical, a semínima correspondente àquele tempo torna-se vermelha. Isso acontece até o final da música ou até o aluno interromper a execução. O personagem informa ao aluno sobre pressionar a tecla Enter seguindo o padrão, e então quando o aluno pode começar a executar a tarefa, como mostrado na Figura 3.8:



Figura 3.8: Tela de início da marcação rítmica pelo aluno.

A partir daí o aluno deve teclar Enter seguindo o andamento da música que está sendo executada. A animação é um recurso visual que pode auxiliá-lo. A cada batida na tecla Enter, o personagem fornece a qualificação da batida, ou seja, em quais das faixas ela foi classificada, conforme mostrado da Figura 3.4. Como há três classificações diferentes, o personagem pode dar três frases de retorno diferentes. Caso a batida foi considerada certa, ele “fala” “Muito bom!”; se ela não foi classificada como certa, mas “quase” certa, ele “diz” “Quase!”, e se a batida foi qualificada como errada, ele “fala” “Opa, errou!”. Na Figura 3.9 é mostrada a informação de retorno de uma batida que foi dada no tempo (portanto, correta):



Figura 3.9: Personagem informando qualificação da batida mais recente.

Ao final da música, a atividade é interrompida por uma pequena janela que fornece as estatísticas da atividade recém executada. A Figura 3.10 mostra as informações de um exemplo de execução:

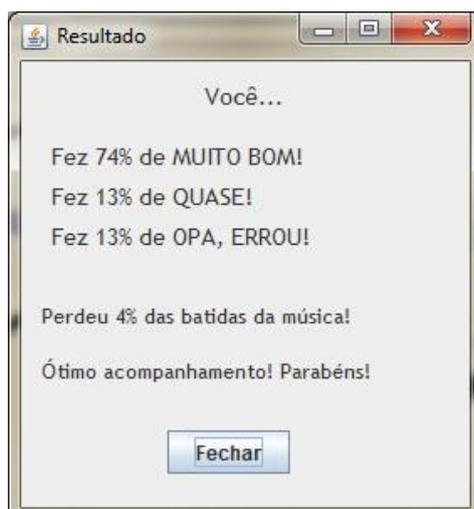


Figura 3.10: Tela de informação de retorno do módulo Maestro.

Fechando-se essa janela, volta-se ao estado inicial, como na figura 3.5.

Se o aluno optar pelo módulo Acompanhar Música, a tela que aparece é como na Figura 3.11. A sequência de ações é a seguinte: escolhida a música, os instrumentos são habilitados. Escolhido o instrumento que é desejado tocar acompanhando a música, os

botões de execução e de interrupção da música são habilitados. O usuário clica no botão de execução, música começa, e o usuário tecla Enter para “tocar” o instrumento.

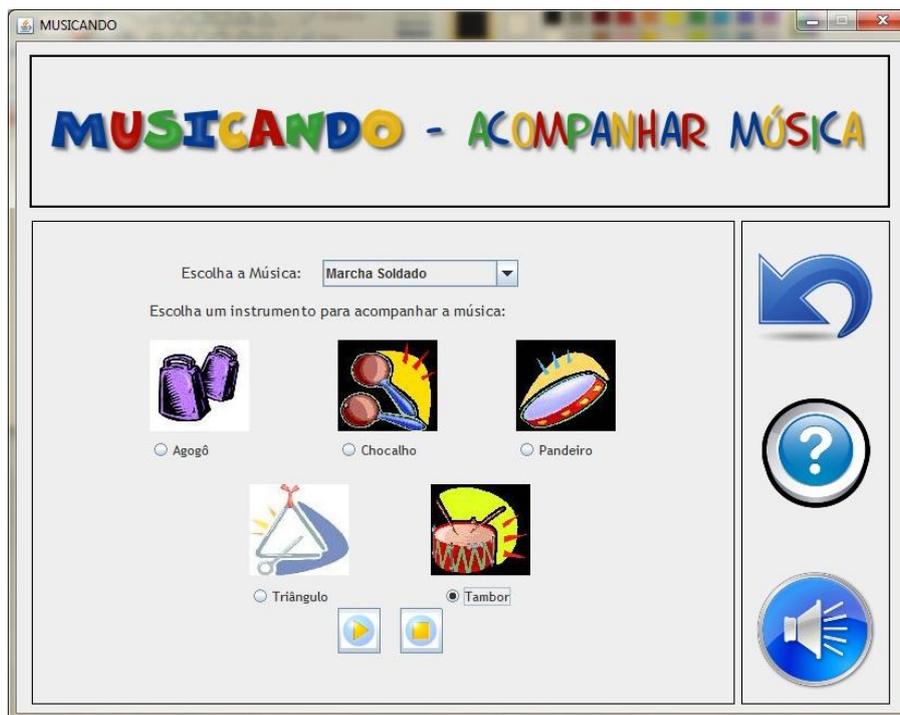


Figura 3.11: Tela do módulo Acompanhar Música.

O módulo Adivinhação Musical é apresentado inicialmente como mostra a Figura 3.12. O botão de executar a música é então acionado, tocando uma parte de uma música em algum instrumento. É possível repetir a ação.

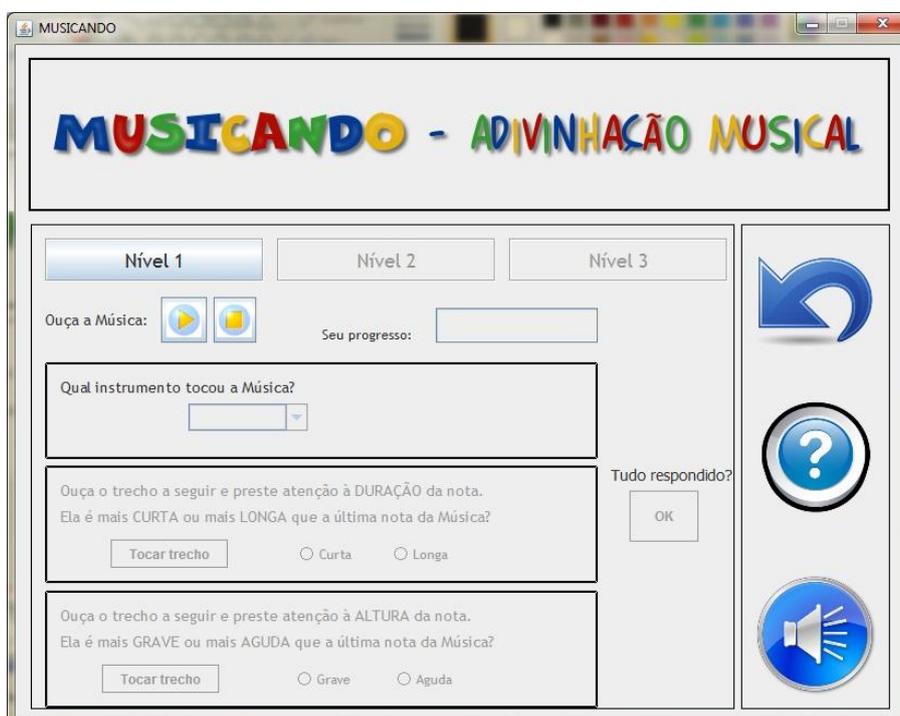


Figura 3.12: Tela inicial do módulo Adivinhação Musical.

Ao ouvir a música, é habilitada a caixa de combinação que traz uma lista de nomes de instrumentos. O aluno deve selecionar aquele instrumento que, a partir de seu julgamento, tocou a música. Uma ilustração de cada instrumento é mostrada quando algum é selecionado. Como é o nível 1, o botão de OK fica habilitado. Quando pressionado, uma janela é aberta informando se o aluno acertou o erro o nome do instrumento. Caso tenha acertado, o aluno passa para o próximo subnível, e a barra de progresso é preenchida com 1/5 de sua capacidade. A Figura 3.13 mostra essas mudanças na tela. A seguir, o aluno clica novamente no botão de execução para ouvir outra música, e repete o processo até atingir cinco acertos. Assim, ele passa para o nível 2.

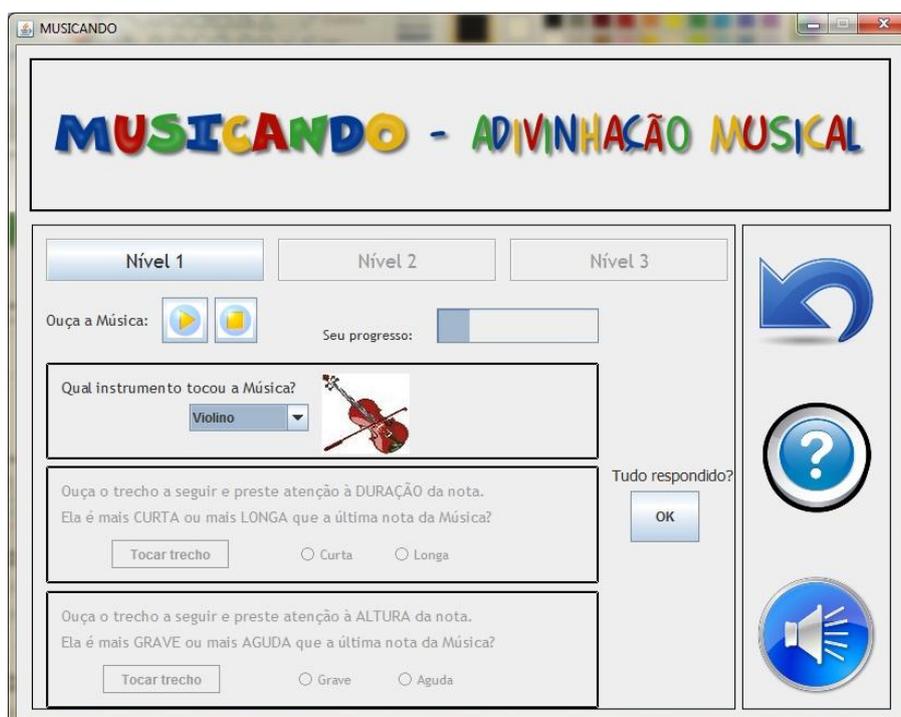


Figura 3.13: Mudanças na tela após ação do aluno no nível 1.

No nível 2, o segundo retângulo é habilitado, mostrando a tarefa sobre duração de nota (Figura 3.14). O aluno deve ouvir a música, responder o instrumento que a toca e prestar atenção à última nota da música. Após isso, ele aciona o botão "Tocar Trecho", e deve responder se a duração da nota desse trecho é mais curta ou mais longa que a duração da última nota da música.



Figura 3.14: Tela inicial do nível 2.

Após o aluno dar resposta sobre a duração, o botão OK é ativado, como mostra a Figura 3.15 abaixo:

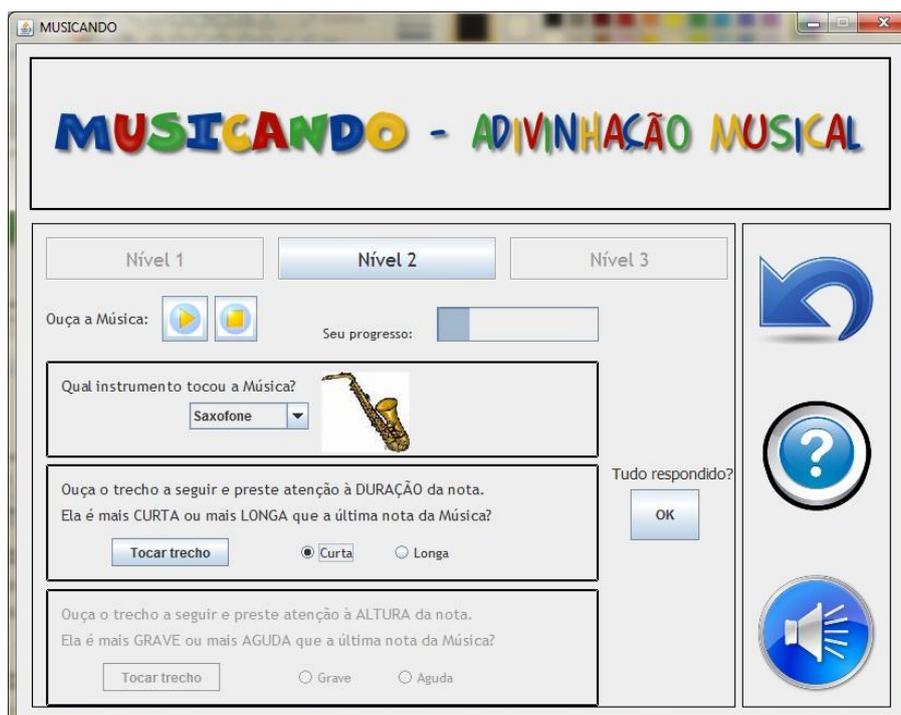


Figura 3.15: Mudanças na tela após ações do aluno no nível 2.

Quando o aluno acertar o nome do instrumento e a comparação da duração, ele passa para o próximo subnível. Isso tem de acontecer cinco vezes para ele chegar no nível 3, cujas modificações da tela são apresentadas na Figura 3.16:



Figura 3.16: Tela inicial do nível 3.

As tarefas agora são responder o nome do instrumento, como nos dois níveis anteriores, comparar a duração, como no nível anterior, e comparar a altura da última nota da música com a altura da nota do trecho que é acessado clicando no botão “Tocar trecho” do terceiro retângulo. Depois que o aluno escolhe entre grave ou aguda, o botão OK é habilitado. Após acertar cinco vezes o nome do instrumento, a comparação da duração e a comparação da altura o aluno conclui a atividade.

Após cada clique no botão OK a janela de informação de retorno mostra se o aluno respondeu corretamente ou não. A aparência dela muda de nível para nível, pois ela mostra as informações relativas às atividades correntes do módulo. Além disso, fornece a informação sobre as etapas faltantes (subníveis). A Figura 3.17 mostra a janela em um momento do nível 3:

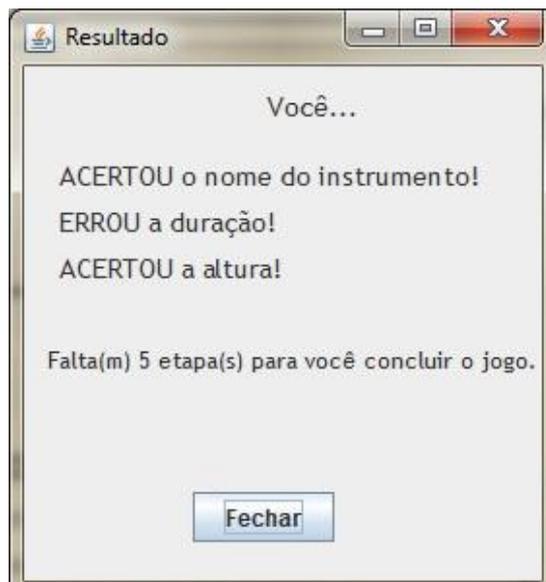


Figura 3.17: Exemplo de janela de informação de retorno do módulo Adivinhação.

O jogo termina após o aluno acertar as três tarefas (instrumento, duração e altura) no 5º subnível do nível 3.

No módulo Tocar Piano, o aluno escolhe na primeira caixa de combinação uma música. Abaixo do piano, há duas outras caixas: a primeira delas ele escolhe se quer ouvir uma demonstração ou acompanhar tocando no piano; a segunda caixa ele seleciona o trecho da música/música inteira a ser demonstrado ou a acompanhar. Depois, aciona o botão de executar a música. Em seguida, abaixo do piano, o sistema mostra a sequência em cifras da notas do trecho selecionado. O aluno então pode tocar o piano movendo o cursor sobre as teclas e clicando nelas. A tela exibida é como a da Figura 3.18:

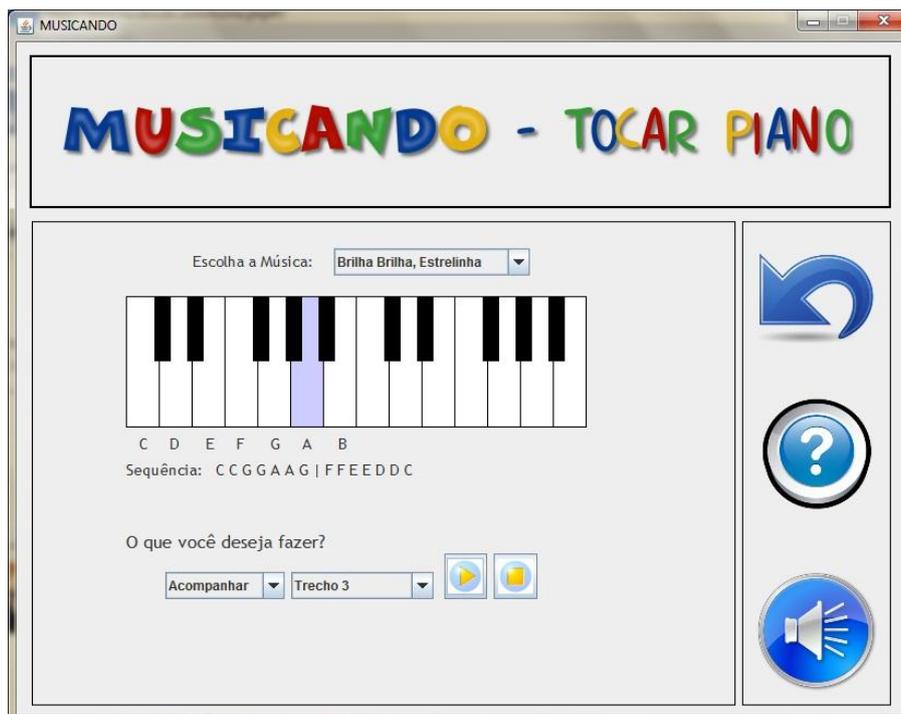


Figura 3.18: Tela do módulo Toçar Piano.

O aluno pode repetir as tarefas desse módulo, praticando e se aperfeiçoando cada vez mais.

4 AVALIAÇÃO

4.1 Técnicas de Avaliação

Um passo importante para a verificação da usabilidade e da adequação ao que foi proposto na especificação do *software* é a etapa de avaliação. Após executada, é ela que pode apresentar possíveis falhas ou inconformidades não só na implementação do projeto como também na especificação. Tal validação é essencial, pois são verificados os elementos que fazem o *software* ser interessante e de boa aceitação para o público que é destinado.

Assim sendo, optou-se por aplicar três técnicas de avaliação. São elas:

- a) avaliação heurística, tanto com especialista em *software* quanto com professores de música, por ser um dos métodos de inspeção mais rápidos, fáceis e de baixo custo na aplicação [WIN97];
- b) avaliação seguindo roteiro para avaliação de *software* para Educação Musical, que aborda parâmetros pedagógicos, de interações sociais entre professor e alunos e entre alunos, e relacionados a Informática aplicada à Educação Musical [KRU00];
- c) e testes com usuários finais, no caso, crianças nas séries iniciais da Educação Básica, pois são elas que fornecem informações únicas e significativas em situações reais de interação, os “ensaios de interação” [NIE94].

Como visto, com base nessas três técnicas é possível obter conclusões não apenas sobre a usabilidade, mas também acerca de aspectos pedagógicos, como por exemplo: sobre a adequação do conteúdo educativo à faixa etária proposta.

4.2 Avaliação heurística

No método de avaliação heurística, foram utilizados 3 avaliadores, sendo um especialista em IHC e 2 especialistas em música (professores de música). Como os professores de música nunca tiveram contato com este tipo de atividade, foi dado um rápido treinamento de preparação.

Na avaliação do especialista foram utilizadas as heurísticas básicas de usabilidade de Nielsen [NIE94]. Entretanto, para as sessões com os professores (que não são especialistas em interface), foram utilizadas as heurísticas adaptadas, como mostrado em [VAL00b].

Encerrado o treinamento prévio, a cada professor foi pedido que percorresse todas as telas do *software*, verificando as conformidades da interface frente às heurísticas propostas. Ao detectar um problema, ele relatava suas opiniões e considerações a um experimentador, que anotava o que o professor dizia. Ao final, era verificada a

heurística violada em cada problema encontrado, e dado um grau de severidade conforme a Tabela 4.1. A mesma escala foi utilizada pelo avaliador especialista.

Tabela 4.1: Escala de severidades de problemas de usabilidade.

Severidade	Tipo	Descrição
0	Sem importância	Não afeta a operação da interface.
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de correção.
2	Simple	Problema de baixa prioridade (<u>pode</u> ser corrigido).
3	Grave	Problema de alta prioridade (<u>deve</u> ser corrigido).
4	Catastrófico	Muito grave, deve ser corrigido de qualquer forma.

As avaliações pelos professores de música duraram em média 2h20min. Já o avaliador especialista utilizou 1h40min. Como não havia tempo hábil disponível, este último não conseguiu avaliar o módulo Tocar Piano.

4.3 Avaliação seguindo roteiro específico

Para a análise dos aspectos pedagógicos foi utilizado o roteiro de Krüger [KRU00], que, ao contrário da avaliação heurística, é uma técnica de avaliação mais qualitativa do que quantitativa. Desse modo, o roteiro apresenta perguntas cujas respostas são em forma de escala graduada, descritivas, de “sim” e “não”.

Esse roteiro foi preenchido por um professor de música, e após análise dos resultados, os mais relevantes que podem ser citados são os seguintes:

- Necessita de explicação do professor em alguns módulos;
- O *software* apresenta teorias de aprendizagem do tipo Construtivismo e Cognitivismo; concepções progressistas de Educação Musical;
- As teorias de aprendizagem e a concepção de Educação Musical observadas não são totalmente adequadas às tarefas educacionais ao que o *software* se propõe;
- O *software* pode ser utilizado pelos alunos, ou adaptado a eles;
- O *software* proporciona desafios aos alunos;
- Pré-requisitos do *software*: básico teórico (pulsção ‘ostinato’, perceptivo, instrumental ‘piano’);
- *Software* equilibra a teoria e a prática;
- Abrange vários conceitos e habilidades de Música;
- Pontos fracos: faixa etária indicada: 13 anos; uso individual (não possibilita muita organização e interação quando alunos em duplas e grupos);

4.4 Avaliação com usuários finais – crianças de séries iniciais

Para os ensaios de interação do *software*, foram envolvidos 5 alunos das 2^a e 3^a séries do Ensino Fundamental de uma escola particular de Porto Alegre. Estes alunos

fazem parte do perfil de usuário final da aplicação. Nenhuma das crianças envolvidas conhecia ou havia utilizado o *software* até o experimento ser aplicado. Apesar de serem apenas dois anos escolares envolvidos, três diferentes idades foram observadas: 7, 8 e 9 anos; desses alunos, 2 eram da 2ª série e 3 pertenciam a 3ª série.

Foi informado às professoras das turmas cujos alunos foram retirados que fossem escolhidas crianças de forma aleatória, sem preferências quanto a sexo ou nível de habilidades e conhecimentos (tanto na área de Música quanto ao uso do computador).

Os testes foram aplicados em um laboratório de informática dentro da escola, ambiente já conhecido dos alunos participantes, onde os professores levam-nos seguidamente para tarefas como pesquisa, ou uso de outros *softwares* educativos.

Os testes foram realizados em sessões individuais por aluno, na presença de um avaliador, que anotava os principais movimentos dos usuários no *software*. Algumas das sessões foram filmadas, mas não todas, pois a alimentação do aparelho de filmagem terminou antes que todos os alunos fizessem o teste. Entretanto, a observação do avaliador foi suficiente para julgar as situações, pois as mesmas dificuldades eram observadas em vários alunos. Cada sessão durou em média 25 minutos. Como o laboratório não dispunha de caixas de som, foram usados fones de ouvido em todos os testes com alunos.

Ao chegar ao laboratório para fazer o experimento, cada aluno recebeu algumas explicações:

- a sua participação era de acordo com sua vontade, e que no momento em que manifestasse o desejo de encerrá-la, assim seria feito;
- o que estaria sendo testado é a usabilidade do *software* (o quão fácil ou difícil é a interação, se as informações eram suficientes para completar as tarefas, etc.), e não o seu conhecimento sobre o assunto (como nome de instrumentos, seus timbres, altura e duração);
- foi pedido que o aluno falasse sobre a experiência de estar utilizando o *software*, quais as dificuldades, o que era interessante ou não;
- durante a sessão de teste um avaliador estaria presente para acompanhar a interação do aluno com o *software* e fazer anotações sobre o seu comportamento no uso da interface, estando presente também para responder e esclarecer eventuais dúvidas ou dificuldades que o aluno poderia ter.

Ao começar a sessão, os alunos foram deixados livres para escolherem a tarefa que gostariam de executar, ou seja, nenhum tipo de roteiro foi utilizado. Assim, cada aluno rapidamente identificou que o programa era composto por módulos, representados na tela inicial pelos botões.

O avaliador foi interpelado muitas vezes pelos estudantes. Perguntas do tipo “O que eu faço agora?”, “Onde eu aperto?” foram frequentes durante os testes, e a essas perguntas foi questionado ao aluno se ele conseguia encontrar tal informação na tela.

Tanto na tela inicial quanto em cada um dos módulos houve problemas relativos à usabilidade. Após o término das sessões, os dados foram analisados e interpretados, identificando-se assim todos os problemas de usabilidade detectados nos testes com usuários.

4.5 Discussão dos resultados

Nos testes de usabilidade da interface foram encontrados 9 problemas pelo especialista em IHC, 14 problemas pelos especialistas em música e 22 problemas nos experimentos com usuários. Esses números se referem a problemas encontrados em cada um dos grupos de avaliadores, ou seja, estão descontadas repetições de problema em um mesmo grupo (mesmo problema observado por avaliadores diferentes em cada grupo). No total, foram encontrados 33 problemas no *software* Musicando, e a quantidade de problemas em comum identificados pelos diferentes grupos é mostrada na figura 3.1 abaixo. Dos 33 problemas, 4 são do domínio da Música, e foram identificados exclusivamente pelos professores.

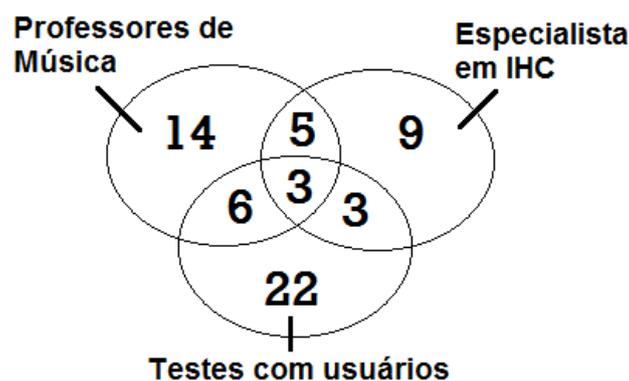


Figura 4.1: Problemas em comum observados no *software* Musicando.

O número de problemas encontrados é explicado pelo fato de o *software* ser o primeiro protótipo do ciclo de prototipação do PCU. Não era o propósito do trabalho fazer as iterações necessárias para que o *software* passasse a ser um produto final consistente, pois se tornaria muito caro e demandaria muito tempo. Entretanto, serve de sugestão de trabalhos futuros a realização de mais iterações do ciclo de prototipação, com a finalidade de diminuir os problemas até um nível aceitável, onde inexistam problemas graves e catastróficos.

Apenas os professores detectaram problemas relativos ao domínio da música porque não era exigido dos alunos utilizados nos experimentos o conhecimento sobre o qual o *software* tratava. O que estava sendo observado era o modo com que o aluno interagira com o *software*, suas dúvidas quanto à usabilidade e suas impressões sobre a interface de um modo geral. O especialista em IHC não encontrou nenhum problema deste domínio, o que, para Winkler, é completamente normal [WIN98].

Os professores de música encontraram um problema de usabilidade a mais que o especialista em IHC. A explicação deste fato é dada pelo fato de o especialista não ter concluído a avaliação heurística (faltou o módulo Tocar Piano). Só no módulo Tocar Piano, os professores encontraram 4 problemas diferentes (2 de usabilidade e 2 de domínio da Música). Caso o especialista tivesse avaliado a atividade faltante, é possível que encontrasse mais problemas de IHC do que os professores, estando de acordo com o que diz Winkler, que conclui que “os consultores (professores), mesmo quando treinados para o teste de avaliação heurística, não são tão eficientes quanto os

especialistas em interface para encontrar problemas de usabilidade com a interface” [WIN98].

Os testes com usuários apresentaram um valor significativo de problemas. Alguns desses problemas eram sobre a não interpretação ou à má interpretação dos textos contidos na interface, ou seja, alguns textos não eram tão claros ao explicarem o que a tarefa fazia.

Sobre os resultados da avaliação pedagógica, o roteiro apresentou uma explicação sobre o que foi considerado um “ponto fraco”: a faixa etária. Também foi feita uma reunião com o professor que preencheu o roteiro, com a intenção de saber o porquê de o *software* ser propício a uma idade mais elevada do que a pensada inicialmente.

O *software* foi enquadrado na faixa etária de 13 anos por ter conceitos muito avançados segundo a vivência do professor dentro das salas de aula. Ele explica que nas aulas que teve de ministrar alguns conceitos pertinentes ao *software*, através de atividades pedagógicas, apenas os alunos dessa faixa etária conquistaram êxito. Ele diz que para crianças que estão na faixa etária a que o *software* se propõe são dadas tarefas mais sobre musicalização, e não sobre música em si. Ou seja, muito mais prática subjetiva de música do que teoria.

Entretanto, foi explicado ao avaliador que o *software* é pra ser usado juntamente com um professor, e este tendo que desenvolver os assuntos pertinentes algum tempo antes de apresentar o *software* às crianças. Ao saber disso, o avaliador concordou que desse modo a faixa etária estaria coerente. Ele afirmou que respondeu a faixa de idade de acordo com a sua experiência como professor, mesmo que na teoria os conteúdos abordados no *software* estejam de acordo com o ano escolar nos PCN.

Ou seja, o avaliador deixou claro que na situação do ensino escolar brasileiro atual, por onde ele teve de ministrar aulas, o *software* por si só não é adequado para a faixa etária estipulada. Entretanto, explicou que se os conteúdos apresentados no *software* forem abordados em sala de aula de forma gradual e incremental, através de diversas atividades (como jogos musicais, brincadeiras lúdicas em grupo) envolvendo a Música, o *software* é um produto que ajudaria a ratificar os tópicos abordados em sala, sendo aí então uma ferramenta pedagógica adequada. Essa é a premissa dada na Introdução deste trabalho, que diz que o *software* não substitui o professor, e ainda mais: o mestre deve desenvolver os conteúdos com seus alunos, corrigi-los se necessário e aprofundá-los com o passar do tempo.

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a proposta e o desenvolvimento de um *software* educativo-musical a ser usado nas séries iniciais do ensino escolar, auxiliando os professores com conteúdos que podem ser aplicados em sala de aula. Para alcançar esse objetivo, foi necessário estudar quais os princípios para a realização de um *software* educativo musical.

A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento e a avaliação do primeiro protótipo do ciclo de prototipação, onde, em seu primeiro estágio, tomaram-se como base as recomendações dos métodos de ensino de música brasileiros.

O *software* desenvolvido pode ser utilizado em salas de aula, por professores de música, entre a 2^as e 4^as séries do Ensino Fundamental, a fim de auxiliá-los na apresentação dos conteúdos aos seus alunos. Os alunos teriam, ao final de um ou mais tópicos estudados, uma ferramenta computacional para praticar os conceitos aplicados pelo professor em sala de aula, desde que este desenvolva os conceitos teóricos contidos no *software* com seus alunos. Para o professor é fácil identificar os conceitos musicais abordados no *software*, e ele poderá apresentá-los de diversas maneiras em sala de aula, para então os alunos entrarem em contato com o Musicando.

Para a execução deste trabalho buscou-se conhecimentos nas áreas de:

- Educação Musical, que é diferente da Educação em si, pois possui tópicos de abordagem de ensino de música.
- Interação Humano-Computador, já que a interface com o usuário deve ser o ponto de maior atenção quando se trata de *software* educacional.
- Multimídia e Computação Musical, pois as informações musicais presentes no *software* educativo-musical exercem função primária, ao contrário do seu papel em sistemas de outros domínios.
- Engenharia de *Software*, no que se refere às metodologias de proposta, desenvolvimento e avaliação do *software*.

Há trabalhos semelhantes na área que não são específicos para uso em sala de aula ou não atendem a realidade brasileira. Alguns deles focam a experimentação, enquanto outros mostram interesse pela notação, não havendo um equilíbrio adequado entre teoria e prática. O Musicando focou uma faixa etária específica, trazendo elementos da cultura brasileira (e.g. cantigas de roda) adequada às idades alvo.

De posse de todo o ferramental teórico, o Musicando entrou em fase de desenvolvimento. Após o *software* pronto, deram-se início as etapas de avaliação. Contou-se com três diferentes tipos de avaliação, cada uma com um grupo diferente.

A avaliação pelo especialista de *software* apresentou apenas problemas de usabilidade da interface. Os professores avaliadores encontraram tanto problemas do domínio da Música quanto na interface. Já nos experimentos por alunos, foram encontrados vários problemas de interface, muitos deles diferentes dos problemas encontrados tanto pelo especialista quanto pelos professores. Isso é um fator positivo, pois os usuários finais são os alunos, e é neles que o foco de interesse do trabalho está concentrado. São os alunos que irão vivenciar o *software*, então nada melhor que os alunos expressem suas dificuldades, sentimentos e impressões. Com esses dados, os projetistas podem voltar à fase de prototipação com os problemas a serem corrigidos, diminuindo assim os erros a cada encerramento de um ciclo.

Como trabalhos futuros, sugere-se:

- Efetuar mais iterações do modelo cíclico de prototipação, como dito na seção 4.5, a fim de corrigir problemas encontrados na fase de avaliação;
- Criar atividades diferentes, seguindo os parâmetros curriculares de ensino de música, que envolvam os aspectos da música mais ligados à musicalização;
- Desenvolver arquivos de registro, ou arquivos de “log”, contendo os resultados de todas as ações dos alunos nos diversos módulos. Assim, o professor pode avaliar o desempenho individual do aluno e tomar as providências necessárias para que esse aluno fixe os conteúdos;
- Disponibilizar tutoriais sobre o funcionamento de cada módulo. A ajuda é muito teórica e alguns alunos não tiveram paciência para lê-la. Caso haja um tutorial que ensina passo-a-passo o que o aluno deve fazer, não existiriam tantas dúvidas nas tarefas;
- Estudar a possibilidade de integrar as atividades do modelo (T)EC(L)A não utilizadas no *software* (composição e literatura). Uma alternativa a isso é disponibilizar um material de apoio ao professor, sugerindo métodos de uso integrado do Musicando com atividades em sala de aula, por exemplo;
- Disponibilizar o sistema para seu acesso via Web, para que possa ser acessado em aulas de educação à distância, ou mesmo pela criança em sua casa.

REFERÊNCIAS

[BRA97] BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Arte. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro06.pdf>>. Brasília, v.6, 1997. Acesso em: maio de 2011.

[COL96] COLEMAN, D. et al. **Desenvolvimento Orientado a Objetos: O Método Fusion**. Trad. Geraldo Costa Filho. Rio de Janeiro, Campus. p.2-3, 5. 1996.

[COS10] COSTA, C.; BERNARDINO, J. **Música em todas as escolas**. Disponível em:<<http://educarparacrescer.abril.com.br/politica-publica/musica-escolas-432857.shtml>>. Acesso em: maio de 2010.

[FLO00] FLORES, L. V. **STI - Sistema para Treinamento de Intervalos para Plataforma Windows 95/98**. 2000. 59 f. Projeto de Diplomação – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[FLO02] FLORES, L. V. **Conceitos e Tecnologias para Educação Musical baseada na Web**. 2002. 79 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[FRI96] FRITSCH, E. F. **STI - Sistema para Treinamento de Intervalos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO E MÚSICA, 3., 1996, Recife. **Anais...** Recife: Departamento de Música / UFPE, 1996, p.45-55.

[FRI03] FRITSCH, E. F.; FLORES, L. V.; MILETTO, E. M.; VICARI, R. M.; PIMENTA, M. S. **Software Musical e Sugestões de Aplicação em Aulas de Música**. In: HENTSCHKE, L.; DEL BEN, L. (Org.) **Ensino de Música: Propostas para Pensar e Agir em Sala de Aula**. São Paulo: Moderna, 2003. p.141-157.

[KRU00] KRÜGER, S. E. E. **Desenvolvimento, testagem e proposta de um roteiro para avaliação de software para educação musical**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação Musical) – Programa de Pós-Graduação em Música / UFRGS, Porto Alegre.

[MIL04] MILETTO, E. M.; COSTALONGA, L.; FLORES, L. V.; FRITSCH, E. F.; PIMENTA, M. S.; VICARI, R. M. Educação Musical Auxiliada por Computador: Algumas Considerações e Experiências. In: **RENOTE : Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, RS, Vol. 2, n. 1, 11 p. Março 2004.

[NEM95] NEMETZ, F. **HMT: Modelagem e Projeto de Aplicações Hipermídia**. Porto Alegre. p.18. 1995. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), CPGCC da UFRGS.

[NIE94] NIELSEN, J. MACK, R. L. **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

[RUM94] RUMBAUGH, J. et al. **Modelagem e Projetos Baseados em Objetos**. Trad. Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro, Campus. p.191,194. 1994.

[SOU10] SOUZA, L. **Música e Educação Formal: Uma Reflexão sobre a Implementação dos Referenciais e Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em <<http://www.webartigos.com/articles/23595/1/MUSICA-EEDUCACAOFORMAL/pagina1.html>>. Acesso em: maio de 2010.

[SWA10] SWANWICK, Keith. "Aprender música exige tocar, ouvir e compor". Brasil: 2010. **Revista Nova Escola**, São Paulo, a. XXV, n. 229, p. 22-26, jan/fev. 2010. Entrevista concedida a Ana Gonzaga.

[VAL00a] VALIATI, E. R. A. **Guia de recomendações para o desenvolvimento de interfaces com usabilidade em softwares educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[VAL00b] VALIATI, E. R. A.; LEVACOV, M.; LIMA, J. V.; PIMENTA, M. S. Utilizando professores como avaliadores heurísticos de interfaces de softwares educacionais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, SIIE, 2, 2000, Puertollano (Ciudad Real) – Spain. **Anais...** Puertollano: Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE), 2000.

[WIN97] WINKLER, M.A.A.; LIMA, J.V.; NEMETZ, F. Evaluation methods for hypermedia applications. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA AND HIPERMEDIA & WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL TELECOMUNICATIONS, 1997, Calgary. **Proceedings...** [S. l. : s. n.], 1997.

[WIN98] WINKLER, M.A.A.; NEMETZ, F; LIMA, J.V. Estudo de Caso da Aplicação do Método da Avaliação Heurística em um Projeto Multidisciplinar. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, IHC, 1998, Maringá. **Compreendendo Usuários, Construindo Interfaces: Atas**. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 1998.

[WIN00] WINKLER, M.A.A.; NEMETZ, F; LIMA, J.V. Interação entre aprendiz e computador: métodos para desenvolvimento e avaliação de interfaces. In: Tarouco, Liane (Org.). **Tecnologia Digital na Educação**. PGIE/UFRGS, Porto Alegre, Brazil. 2000. p.7-33. 113 páginas.

[YOU92] YOURDON, E. **Análise Estruturada Moderna**. Trad. Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro, Campus. p.131. 1992.

ANEXO A – PROBLEMAS ENCONTRADOS NO MUSICANDO

Problemas encontrados pelos especialistas em música (professores):

Problema identificado	Heurística relacionada	Grau de severidade
Controle de volume não funciona	3 e 5	1
Sons MIDIs não correspondem à realidade, podendo confundir o aluno	4	2
Maestro: margem de acerto muito curta	3	3
Maestro: informação de perda de batida apenas no final	1 e 9	2
Acompanhar.: instrumento toca atrasado em relação à batida na tecla	1	4
Acompanhar: na tela não é informado o que é para fazer (teclar Enter), informação só encontrada na ajuda	10	2
Adivinhação: textos confusos dos níveis 2 e 3	8	2
Adivinhação: Não fica explícito o acúmulo de tarefas (níveis 2 e 3 também tem de responder coisas do nível anterior)	8	2
Tocar Piano: é difícil tocar piano com o <i>mouse</i> , acertar a tecla certa	7	4
Tocar Piano: não demonstra visualmente (o que tornaria mais fácil) o que deve ser tocado, apenas auditivamente	4 e 6	4
Maestro: requer conhecimento rítmico (<i>ostinato</i>)	Domínio	musical
Adivinha: deve-se ter conhecimento teórico de duração e altura, saber os timbres dos instrumentos	Domínio	musical
Tocar Piano: necessita conhecimento prévio sobre cifras, o que não é muito adequado para a idade	Domínio	musical
Tocar Piano: necessita conhecimento prévio sobre posição das notas do piano	Domínio	musical

Problemas encontrados pelo especialista em interface (IHC):

Problema identificado	Heurística relacionada	Grau de severidade
<p>O controle do volume não funcionou no meu sistema, que usa síntese de MIDI via software (Sint. de SW).</p> <p>Sugestão: Talvez seja interessante substituir o controle de volume por uma chamada (abrir) ao controle de volume do sistema, quando for clicado o botão ‘Controle do volume’ (não sei se isso quebraria a portabilidade do software, que é feito em Java – não sei se há um comando em Java para chamar o controle de volume de qualquer sistema). Notei na atividade Maestro.</p>	5 e 3	1
<p>Usar um som para chamar a atenção (no Musicando, um ‘cuco’) não é muito aconselhável em um software musical, pois o usuário pode confundir com a música com a qual ele está interagindo. Não achei muito grave no caso do Musicando. Notei na atividade Maestro.</p> <p>Sug.: Chamar a atenção através de dicas visuais. P.ex., ‘pisca’ o aviso.</p>	11 e 8	1
<p>Atividade Maestro: eu às vezes estava no tempo e o personagem avisava que errei. Não dá pra ser tão ‘rígido’ ou ‘preciso’ num software educativo exploratório como este – deve-se dar uma certa ‘folga’ para erros do aluno. É necessário corrigir este problema pois o aluno pode ter a falsa impressão de que está errando.</p> <p>Sug.: Revisar o algoritmo de ‘avaliação da performance’, não exigindo que o ‘acerto’ tenha que ser precisamente no tempo.</p>	11 e 1	4
<p>Atividade Maestro: ligado ao problema anterior, durante a música eu testei parar de dar Enter (parei de acompanhar o ritmo), e o personagem não identificou meu ‘erro’ (ele sempre continua dizendo a última mensagem ativa). É necessário corrigir este problema pois os alunos notam essas falhas no software e às vezes as aproveitam para ‘burlar’ (‘cheating’), principalmente se a atividade for usada para avaliar o aluno (p.ex., salvando um log p/ o professor).</p>	11 e 1	4
<p>Ativ. Acompanhar Música: falta uma instrução visível sobre como tocar o instrumento escolhido, como havia no Maestro. Está na Ajuda, mas poderia estar junto com a instrução de escolher o instrumento (visibilidade, e consistência com as instruções da ativ. Maestro).</p>	6	2

<p>Ativ. Acompanhar Música: seria bom poder escolher o instrumento clicando sobre a figura do instrumento (seria mais ‘intuitivel’, e por outro lado, ‘mirar’ e selecionar um radio button é mais difícil).</p>	2	1
<p>Ativ. Adivinhação: a tarefa não está bem mapeada para a interface, a execução da tarefa no computador exige passos ‘estranhos’. P.ex., Nivel 1, após selecionar o instrumento tenho que clicar OK, num botão que está afastado da pergunta. O botão diz ‘Tudo respondido?’, dando a entender que só posso clicar se tiver respondido a todas perguntas, inclusive as que estão desabilitadas (o que não posso fazer pois não liberei ainda o Nivel 2).</p> <p>Sug.: Em vez de habilitar o OK, ‘sumir’ com ele e fazê-lo aparecer ao lado da pergunta, logo após ela ter sido respondida. Ou então, dar o OK automaticamente, após a seleção do usuário (esse evento já é usado para habilitar o OK, então usá-lo direto para DAR o OK).</p>	8	3
<p>Ativ. Adivinhação: é arriscado, em software educativo-musical, usar MIDI e pedir para o aluno identificar o instrumento. Instrumentos MIDI dependem da síntese disponível no equipamento, e podem variar o timbre, a ponto de não se reconhecer o instrumento.</p> <p>Sug.: usar trechos de música digitalizada (áudio dig.).</p>	11	2
<p>Ativ. Adivinhação: achei que cada nível correspondia a UMA pergunta. No Nivel 2, respondi apenas a 2.a pergunta, e o sistema me deu erro na primeira (não escolhi o instrumento). Falta clareza sobre que ações devem ser executadas.</p> <p>Sug.: Corresponder cada nível a um tipo de pergunta, ou deixar mais claro a seqüencia de perguntas que se deve responder. Eu sei que as 2 perguntas estavam habilitadas no Nivel 2, mas como eu já tinha respondido a 1ª no Nivel 1, meu ‘modelo mental’ me dizia que aquela pergunta ‘já foi respondida’. Portanto, apenas habilitar as perguntas não ‘avisa’ ao aluno que ele deve responder as duas – tentar achar um jeito de ‘guiar’ o aluno nas ações que ele deve realizar em cada tarefa.</p>	8	2

* **Heurística nova, 11:** problemas relativos a critérios específicos de software musical.

Problemas encontrados nos ensaios de interação com os alunos:Geral:

- Aluno não teve certeza se o ícone com a seta retorcida era o botão para ‘voltar’;

Maestro:

- Aluno não soube o que fazer desde o início, mesmo o personagem ‘dizendo’;
- Aluno não entendeu que era para seguir o padrão, acompanhando aleatoriamente;
- Aluno não soube o que significava a palavra ‘padrão’;
- Aluno não soube onde parar a música;
- Aluno não soube interpretar o significado de 50% de perdas de batidas na música;

Acompanhar Música:

- Aluno não soube o que era para fazer na atividade (teclar Enter);
- Aluno foi à ajuda, mas achou o texto muito longo e não se concentrou para lê-lo;
- Aluno não soube o que fazer desde o início, mesmo o texto estando na tela;
- Aluno não soube onde parar a música;
- Aluno achou baixo o som do chocalho;

Adivinhação Musical:

- Aluno não soube o que fazer desde o início;
- Aluno achou o som dos trechos ‘duração’ e ‘altura’ irritante (oboé MIDI);
- Aluno não percebeu a nova tarefa habilitada quando passou para o nível 2;
- Aluno não soube que era para responder instrumento e duração no nível 2;
- Aluno não achou o OK;
- Aluno achou os sons da música baixo, difícil de escutar;
- Aluno achou confuso o texto do nível 2;

Tocar Piano:

- Aluno sentiu dificuldade em tocar a nota com o mouse;
- Aluno sentiu dificuldade em identificar a nota pela sua cifra;
- Aluno sentiu dificuldade em interpretar a sequência;
- Aluno sentiu dificuldade em saber o que era “demonstrar”.

ANEXO B – ARTIGO DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO 1

Proposta e desenvolvimento de software para Educação Musical nas séries iniciais

Renato Dall Ago¹, Marcelo Soares Pimenta¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – CEP 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

{rdago, mpimenta}@inf.ufrgs.br

Resumo. *Este artigo apresenta a proposta e desenvolvimento de um software para Educação Musical, que tem como usuário final alunos das séries iniciais da Educação Básica. O objetivo é desenvolver um aplicativo capaz de auxiliar o ensino de Música nas escolas, fortalecendo e complementando os conceitos vistos pelo professor em sala de aula. Nesta primeira parte, são apresentados os conceitos e pré-requisitos que servem de base para o projeto, implementação e avaliação do software, do ponto de vista das diversas áreas no qual o trabalho está envolvido.*

1. Introdução

É notório que o uso da Música no Currículo Escolar é eficaz no processo de desenvolvimento infantil. Há uma pluralidade de habilidades envolvidas, como raciocínio matemático (pelo conhecimento dos ritmos e das estruturas da música), concentração (prestando atenção nos diversos elementos musicais), disciplina (mantendo respeito ao próximo, mantendo a ordem na execução de tarefas), também sendo uma excelente terapia que irá auxiliar na formação emocional e cultural da criança. Além de essas qualidades serem reunidas e utilizadas no contexto da Música, há um reflexo direto no progresso dos alunos em outras áreas onde tais capacidades são usadas, estimulando outras matérias escolares que têm essas aptidões na sua essência funcional [1].

O papel fundamental da escola é desenvolver as capacidades próprias de cada criança, além de transmitir os valores culturais e sociais através da música. O professor é a figura que deve potencializar as aptidões do aluno, atentando às diferenças que certamente existiram em um grupo. Há crianças com grande talento musical ainda muito jovem, outras já adquirem o conhecimento e as competências musicais lentamente, por vezes com muito esforço. No entanto, todas têm a possibilidade de progredir [2].

O professor pode recorrer a inúmeros métodos e ferramentas de trabalho, como aulas de audição, discussão dos sons e músicas ouvidos, debate sobre a experiência dos alunos, utilização de instrumentos de fácil manuseio (como instrumentos de percussão ou de sopro, como flauta doce), pesquisa sobre os elementos culturais do Brasil e como a música se relaciona com eles, etc. Essa liberdade que o professor possui torna possível a exploração de fatores mais teóricos, como o ensino da História da Música ou elementos da escrita musical, por exemplo, ou práticos, como a composição.

Levando isso em consideração, foi desenvolvida a ideia de criar um software de educação musical que auxiliasse o ensino de Música nas séries iniciais do Ensino Escolar. O principal uso com a criação dessa ferramenta seria no papel de mais um recurso facilitador no processo ensino-aprendizagem musical, nunca ocupando o lugar

do educador. Cabe ao professor reconhecer as qualidades e deficiências de seus alunos, progredindo os estudos quando a turma está num nível aceitável, ou então corrigindo ensinamentos que não foram efetivamente absorvidos.

Como dito, esse software tem como público-alvo crianças na idade escolar de 2ª a 4ª séries. Foi excluída a 1ª série, pois é necessário saber ler para interagir com o programa, e uma das características do software é que ele seja atemporal dentro do ano letivo, ou seja, possa ser aplicado em qualquer época do ano escolar. É possível que algumas crianças passem para a segunda série com dificuldades na leitura, ou então leem mecanicamente, sem entender o que estão a ler, pois a leitura é um processo de construção interna. No entanto, é preciso que a criança já tenha um prévio conhecimento da formação da língua escrita, por mais intuitivo que o software venha a ser.

O software proposto é enquadrado dentro de diversas áreas tanto da Informática quanto da Música. Cada uma dessas áreas tem sua contribuição na concepção do trabalho e será apresentado nesse artigo. Na seção 2, será abordada exatamente a interdisciplinaridade do projeto, que envolve as áreas acima. A seção 3 resumirá como é pretendido que o software funcione, ou seja, sua engenharia, e como tais questões são relacionadas com o conteúdo demonstrado. Depois, na seção 4, será apresentado como se espera que o software seja avaliado e validado, citando roteiros para essa tarefa. Na seção 5 é descrito um roteiro para atividades futuras, que darão sequência a esse trabalho.

2. A Interdisciplinaridade do Projeto

Como o projeto trata de um software para Educação Musical, é pressuposto que várias disciplinas componham o caráter do trabalho. Na área da Música podemos citar a própria Educação Musical e Psicologia da Música. Podem ser citadas as especializações da Informática como a Computação Musical, Engenharia de Software, Multimídia e Interação Homem-Computador.

Assim sendo, é essencial que tais matérias estejam dominadas para o trabalho ser desenvolvido com sucesso. Além de ter o conhecimento musical necessário para essa aplicação, é preciso ter conhecimentos na área da Informática, como na área da Engenharia de Software. Essas duas vertentes têm de trabalhar juntas a fim de satisfazer os requisitos do projeto e atingir seus objetivos. Da parte da Educação Musical, tem de ser traçados objetivos educativos claros e definidos, estruturar e avaliar constantemente o programa a fim de atender ao desenvolvimento musical dos usuários. Já no contexto da Informática, é requerido que sejam conhecidos os elementos que irão interagir diretamente com o aluno, seja na forma sonora ou visual, e o tratamento dessas informações requer técnicas não triviais de programação para que seja transmitida com a exatidão que se exige de uma informação com fins educativos. Com isso, deve-se buscar a informação de profissionais capacitados no que se refere a limitações de plataformas e ambientes de programação quando for o momento de finalmente implementar o projeto interdisciplinar [3].

2.1 Interação Homem-Computador (HCI)

Em se tratando de softwares educacionais, mesmo que a interface não seja o único elemento responsável pelo caráter educacional do aplicativo, é imprescindível que haja uma preocupação redobrada com sua qualidade [4]. A interface deve ser o meio no

qual o aluno deve aprender os assuntos propostos, e não deve ser empecilho nesse processo. Em suma, o aluno deve se concentrar em aprender, e não em como utilizar o programa [2]. Caso o contrário venha a acontecer, os problemas podem levar os alunos a conclusões equivocadas ou errôneas, tornar o uso do computador uma experiência frustrante e até causar desinteresse pelo estudo [6].

Para identificar as reais necessidades dos usuários, pode ser usada a abordagem denominada Projeto Centrado no Usuário (PCU), cujo objetivo é focalizar o desenvolvimento da interface sobre necessidades e capacidades dos usuários, atendendo seus requisitos e apoiando suas atividades [6].

O PCU estendido é caracterizado por três aspectos: o processo cíclico de desenvolvimento, a ênfase nos usuários, alunos e suas tarefas e a avaliação empírica da interface. Ele difere do PCU original por incluir o aluno, que é um usuário com necessidades especiais que deve receber um tratamento diferenciado dos usuários em geral, como pode ser visto na Figura 1 [6].



Figura 1: Ciclo de vida de PCU estendido [6].

Então, é importante que se observe o contexto onde o software estará inserido. Como os usuários finais são crianças no começo da vida escolar, a interface visual gerada terá de ser o mais simples possível, sem lançar informações demais na tela, mas manter o necessário para a navegação fácil entre os módulos do software. A inserção de cores chamativas e ilustrações, bem como a criação de personagens animados podem fornecer a interação necessária para manter a concentração do aluno, pois muitos elementos do universo da criança são dessa maneira, deixando o aluno mais à vontade para aprender.

Servindo como auxílio na parte de HCI, foi encontrado na literatura um guia de recomendações para desenvolvimento de interfaces [4], o qual será muito útil, pois foi desenvolvido direcionado à projetista sem formação ou conhecimentos na área de HCI. O documento é composto por recomendações sugestivas para seleção e configuração dos elementos que fazem parte da interface, como menus, ícones, imagens, sons e animações.

2.2 Multimídia

Já que o software educacional a ser desenvolvido está situado na área musical, ter-se-á que usar os recursos da Multimídia, que é a combinação de diversos tipos de mídia, como textos, imagens estáticas, áudio, imagens em movimento e vídeos, em uma única aplicação de computador [MER 97], pois será necessária a comunicação por meios sonoros, assim como visuais. Os softwares musicais "necessitam ainda combinar a interface visual com a interface musical, ou seja, produzir sons condizentes com as

imagens e recursos visuais" [6]. Mais importante que aprender a lidar com os recursos sonoros é ter o conhecimento de manipulará informação musical. Nesse ponto a Computação Musical é a especialidade da Informática que mostra as soluções a esses problemas.

2.3 Engenharia de Software

O conhecimento das técnicas de análise e projeto de software é outra contribuição importante da Informática. É com essas técnicas que se pode resolver questões de desenvolvimento do sistema relativas à produtividade, confiabilidade e à manutenibilidade do produto a ser obtido [7][8]. Na literatura, são acompanhadas de uma metodologia para sua utilização no suporte ao processo de desenvolvimento de software, que "deve oferecer uma sistemática para as fases de análise, projeto e implementação" [8][9]. Os autores ressaltam que o emprego dessa técnica é importante, pois o programa final pode se tornar de difícil manutenção e sem atender os requisitos do usuário, caso a fase de codificação comece antecipadamente, já que o sistema final é o resultado visível.

Como a característica software é a Educação Musical, deve-se atentar às soluções dos problemas de desenvolvimento de aplicações hipermídia, considerando as particularidades do tipo de aplicação, que podem ser: a) interatividade e navegação; b) aspectos visuais (interface com o usuário); c) multidisciplinaridade devido ao uso da Multimídia [10].

2.4 Educação Musical

A colaboração que a área da Educação Musical fornece no desenvolvimento do software educacional para Música está na definição do conteúdo, ou seja, o que terá de informação e conhecimento inserido no programa. Para fazer essa definição é preciso identificar o público-alvo da aplicação, assim como o currículo de ensino que deve ser adequado a este usuário, sabendo o período escolar em que o aluno se encontra. A forma que esse conteúdo é apresentado, ou seja, a didática, é definida por consultores dessa área, com teorias de aprendizagem atualizadas das áreas da Educação Musical e Psicologia Cognitiva da Música [11].

Para Keith Swanwick, depois de respeitar o estágio em que cada criança se encontra, é preciso seguir três princípios: primeiro, preocupar-se com a capacidade da criança em entender o que é proposto; depois, observar o que ela traz de sua realidade, ou seja, ela também pode contribuir com alguns elementos. Por fim, tornar o ensino fluente, como uma conversa entre estudante e professor. Isso se faz muito mais demonstrando os sons do que com o uso de notações musicais.

Em educação musical, segundo Swanwick, é fundamental que os conteúdos sejam trabalhados de maneira integrada. Isso pode ser realizado com o equilíbrio das atividades musicais proporcionadas aos estudantes. O autor propôs, na década de 1970, o modelo (T)EC(L)A, cujas atividades musicais são definidas da seguinte maneira:

- (Técnica): manipulação de instrumentos, controle técnico, execução em grupo, notação simbólica;
- Execução: tocar ou cantar;
- Composição: formulação de uma ideia musical, criação;
- (Literatura): estudo da história da música;
- Apreciação: audição, reconhecimento de estilos, forma, tonalidade, graus [11].

As três atividades principais são Composição, Execução e Apreciação, que tem envolvimento direto com a música, e as secundárias são Técnica e Literatura, que contém o conteúdo sobre música e devem entremear as principais. Tal modelo também serve para o professor de música saber quanto tempo está sendo despendido em cada processo, podendo assim redirecionar os esforços nas atividades que não estão sendo desenvolvidas [11].

É apropriado trabalhar com músicas que as crianças já conheçam, mas não se pode ficar limitado a isso. Deve-se ampliar o repertório, e não só dentro de um estilo. Além disso, não se devem rotular os estilos musicais, pois esse tipo de estereótipo pode afastar a criança do ensino de música. A contextualização da criação é importante de modo que o estilo seja apenas um dos dados sobre a música [11].

Para conhecer a situação do ensino de música no país, segue um pequeno panorama da evolução desde o século passado até os dias atuais.

Historicamente no Brasil, desde a década de 1930, durante a política educacional autoritária de Getúlio Vargas, a música formal foi instituída, levando a todos os níveis de ensino a aula de música obrigatória (Decreto-Lei 19.860 de 1931). Esse modelo foi substituído em 1961 pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e a Reforma Educacional de 1971, que consideraram a Música como uma das linguagens da Educação Artística, por isso, uma atividade educativa, não sendo julgada como disciplina, generalizando assim as linguagens das artes: música, teatro, artes plásticas, desenho, etc. [12].

Finalmente, a nova LDB de 1996 tentou corrigir esta distorção da concepção quanto à apreciação e ao fazer artístico. "O ensino de arte constituirá componente curricular obrigatório, nos diversos níveis de educação básica, de forma a promover o desenvolvimento cultural dos alunos" (LDB n. 9.394/96, Art. 26, § 2º). O ensino de Arte substitui a concepção de Educação Artística introduzidas nos currículos da década de 70. Porém, é complicado traçar um conteúdo pedagógico, pois a lei privilegia a flexibilidade do ensino [12].

Em 18 de agosto de 2008 é sancionada a lei nº 11.769, que determina que a música deverá ser conteúdo obrigatório em toda a Educação Básica, e as escolas, tanto públicas como privadas, têm até o ano de 2011 para incluir o ensino de Música na sua grade curricular. O Ministério da Educação e Cultura recomenda que, além das noções básicas de música, dos cantos cívicos nacionais e dos sons de instrumentos de orquestra, os alunos aprendam cantos, ritmos, danças e sons de instrumentos regionais e folclóricos para, assim, conhecer a diversidade cultural do Brasil [13].

Com a exigência da lei, aumenta a expectativa que professores e educadores venham a buscar alternativas às técnicas usuais de ensino em sala de aula, e uma das opções é a tecnologia, mais especificamente o software educativo-musical. É neste ponto que reside a motivação para este trabalho. Porém, o uso de ferramentas computacionais ainda não é muito difundido no contexto das Ciências Humanas, ao contrário das Exatas, onde a solução de problemas matemáticos e lógicos é feita há muitos anos com o auxílio do computador. Além disso, é preciso divulgar e instruir os professores de música sobre as ferramentas existentes, fazendo-os vencer os preconceitos e torná-los interessados em partilhar experiências sobre a aplicação de tecnologia ao ensino de música [14].

3. Desenvolvimento do Software

O objetivo do programa é apoiar o ensino de música em geral, no currículo de alunos das séries iniciais da Educação Básica. O programa contará com diversas atividades interativas, que explorem os conteúdos na Música e a cognição das crianças, tentando equilibrar o modelo proposto por Swaniwick. Existem limitações na interação aluno-computador que podem comprometer o equilíbrio das atividades, porém alternativas serão pensadas para solucionar essa desarmonia.

É importante ressaltar que as atividades que serão propostas se referem mais à musicalização do que ao ensino de música propriamente dito. A proposta é ensinar às crianças os conceitos de música, e ir aprofundando-os em níveis, de acordo com a faixa etária que os alunos se encontram. O objetivo não é ensiná-las a ler música, com a sua notação moderna, por exemplo, mas adaptar os diversos elementos que compõem a música e mostrar de uma maneira ora interativa, ora lúdica, os fundamentos da música. As principais atividades a ser exploradas são:

- Conhecimentos sobre ritmo e andamento; acompanhamento de melodias com instrumentos de percussão (ou não);
- Reconhecimento de duração: nota curta, nota longa;
- Reconhecimento de intensidade; gradações: cada vez mais forte, cada vez mais fraco;
- Apreciação e identificação de compassos binário, ternário e quaternário;
- Diferenciar o timbre dos instrumentos;
- Gradativamente, conhecer os símbolos musicais que indicam dinâmica, duração das notas e pausas, porém não com o intuito ler música, mas mostrar como é a codificação na realidade.

O software será feito basicamente com esses tópicos, e outros ainda podem entrar na lista, dependendo da dinâmica do trabalho. O trabalho de criação será executado pensando em como esses temas podem ser abordados e demonstrados às crianças, despertando o interesse e ratificando o aprendizado fornecido pelo educador.

Mais sobre o desenvolvimento será registrado na sequência deste trabalho, que é a implementação propriamente dita.

4. Validação

Uma das etapas mais importantes do ciclo de desenvolvimento é a avaliação da usabilidade de interfaces, cujo objetivo é identificar problemas que possam dificultar a comunicação entre usuário e interface.

No âmbito do software educacional, é desejável avaliar não somente a usabilidade, mas também o caráter pedagógico do mesmo. Em [15] é encontrado um roteiro específico para avaliação de software educativo-musical, onde podem ser encontrados três aspectos importantes a ser avaliados: parâmetros pedagógicos, interações sociais e informática & educação musical [2].

Analisando as experiências de avaliação de software educativo-musical utilizados pelo Laboratório de Computação & Música da UFRGS, pode-se encontrar entre as técnicas:

- Teste prático com usuários (no caso, alunos das séries iniciais), na forma de ensaios de interação [5];
- Avaliação heurística com especialistas em interfaces;
- Avaliação heurística com consultores em música; e

- Avaliação segundo o roteiro encontrado em [15] (aspectos pedagógico-musicais e alguns computacionais) [2].

Em [2], é recomendado que se utilize pelo menos os roteiros, pois “descrevem claramente os passos a serem seguidos e os critérios a observar em cada etapa”. Para o presente trabalho, além de seguir esta recomendação, está em estudo a utilização das outras técnicas, para melhor avaliar o software.

5. Considerações Finais

Com o estudo e o ferramental apresentado aqui, tem-se as bases para desenvolver o software proposto. A programação para a sequência do trabalho terá como objetivos:

- Pesquisar e criar maneiras pedagógicas de interação do aluno com o sistema (através de jogos, audições, acompanhamento de sons, etc.); (2 semanas)
- Concepção de um protótipo do software, para ser avaliado; (8 semanas)
- Avaliação, com suas diferentes técnicas; (1 semana)
- Correções e aprimoramentos, de acordo com a avaliação; (1 semana)
- Reavaliação; (1 semana)
- Correções e aprimoramentos, de acordo com a reavaliação; (1 semana)
- Escrita do documento final. (2 semanas)

6. Referências Bibliográficas

[1] ESCOLA EUROPEIA. Programa de Educação Musical (Ciclo Primário): Aprovado pelo Conselho Superior de 6, 7 e 8 de Maio, em Shannon. Disponível em <http://www.eursc.eu/fichiers/contenu_fichiers1/460/2002-D-7410-pt-3.doc>. Acesso em: maio de 2010.

[2] FRITSCH, E. F.; FLORES, L. V.; MILETTO, E. M.; VICARI, R. M.; PIMENTA, M. S. *Software Musical e Sugestões de Aplicação em Aulas de Música*. In: HENTSCHKE, L.; DEL BEN, L. (Org.) *Ensino de Música: Propostas para Pensar e Agir em Sala de Aula*. São Paulo: Moderna, 2003. p.141-157.

[3] FLORES, L. V. STI - Sistema para Treinamento de Intervalos para Plataforma Windows 95/98. 2000. 59 f. Projeto de Diplomação – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[4] VALIATI, E. R. A. *Guia de recomendações para o desenvolvimento de interfaces com usabilidade em softwares educacionais do tipo hipertexto/hipermídia informativo*. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[5] WINCKLER, M. A. A.; NEMETZ, F.; LIMA, J. V. Interação entre aprendiz e computador: métodos para desenvolvimento e avaliação de interfaces. In: TAROUCO, L. M. R. (Ed.). *Tecnologia Digital na Educação*. Porto Alegre: PGIE / UFRGS, 2000. p.7-33.

[6] FRITSCH, E. F. *STI - Sistema para Treinamento de Intervalos*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO E MÚSICA, 3., 1996, Recife. *Anais...* Recife: Departamento de Música / UFPE, 1996, p.45-55.

[7] YOURDON, E. *Análise Estruturada Moderna*. Trad. Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro, Campus. p.131. 1992.

[8] COLEMAN, D. et al. *Desenvolvimento Orientado a Objetos: O Método Fusion*. Trad. Geraldo Costa Filho. Rio de Janeiro, Campus. p.2-3, 5. 1996.

[9] RUMBAUGH, J. et al. *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos*. Trad. Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro, Campus. p.191,194. 1994.

[10] NEMETZ, F. *HMT: Modelagem e Projeto de Aplicações Hiperídia*. Porto Alegre. p.18. 1995. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), CPGCC da UFRGS.

[11] GONZAGA, A. "Aprender música exige tocar, ouvir e compor". *Revista Nova Escola*, São Paulo, a. XXV, n. 229, p. 22-26, jan/fev. 2010.

[12] SOUZA, L. Música e Educação Formal: Uma Reflexão sobre a Implementação dos Referenciais e Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em <<http://www.webartigos.com/articles/23595/1/MUSICA-E-EDUCACAOFORMAL/pagina1.html>>. Acesso em: maio de 2010.

[13] COSTA, C.; BERNARDINO, J. Música em todas as escolas. Disponível em: <<http://educarparacrescer.abril.com.br/politica-publica/musica-escolas-432857.shtml>>. Acesso em: maio de 2010.

[14] MILETTO, E. M.; COSTALONGA, L.; FLORES, L. V; FRITSCH, E. F.; PIMENTA, M. S.; VICARI, R. M. Educação Musical Auxiliada por Computador: Algumas Considerações e Experiências. In: RENOTE : Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, RS, Vol. 2, n. 1, 11 p. Março 2004.

[15] KRÜGER, S. E. E. *Desenvolvimento, testagem e proposta de um roteiro para avaliação de software para educação musical*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação Musical) – Programa de Pós-Graduação em Música / UFRGS, Porto Alegre.