



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Marcos Filipe Alves Salame

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA WEB DE AUXÍLIO À EDUCAÇÃO
MUSICAL DENOMINADA SIAEM**

BELÉM – PA

2012

Marcos Filipe Alves Salame

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA WEB DE AUXÍLIO À EDUCAÇÃO
MUSICAL DENOMINADA SIAEM**

Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará. Área de concentração em Informática na Educação. Orientador Prof. Dr. Francisco Edson Lopes da Rocha

BELÉM – PA

2012

Marcos Filipe Alves Salame

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA WEB DE AUXÍLIO À EDUCAÇÃO
MUSICAL DENOMINADA SIAEM**

Dissertação apresentada para obtenção
do grau de Mestre em Ciência da
Computação. Programa de Mestrado em
Ciência da Computação. Instituto de
Ciências Exatas e Naturais. Universidade
Federal do Pará.

Data da Aprovação: Belém-PA. / /

Banca Examinadora

Prof^o. Dr. Francisco Edson Lopes da Rocha

Orientador - PPGCC/UFPA

Prof^o. Dr. Dionne Cavalcante Monteiro

Membro Interno - PPGCC/UFPA

Prof^a. Dra. Líliam Cristina da Silva Barros

Membro Externo - EMUFPA/UFPA

BELÉM – PA

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu pai (em memória) e a minha mãe, que estiveram sempre presentes em todas as etapas de minha vida, pelos ensinamentos, pela educação, pelo amor que me deram, pela união nos momentos de dor, pelo otimismo quando não havia esperança, estando o tempo todo ao meu lado, dando-me forças para persistir em meus objetivos e fazendo-me acreditar que mesmo nos momentos tristes a vida é bela e a tristeza há de passar.

Agradeço à minha esposa Flávia, pelo desmesurável amor e carinho, pelo apoio e dedicação, pelos puxões de orelha quando mudava o foco e pela felicidade que me trouxe ao fazer parte de minha vida.

Agradeço ao Prof. Dr. Francisco Edson Lopes da Rocha, que apesar dos muitos afazeres, aceitou ser meu orientador e pelas aulas e conversas que me trouxeram profundos conhecimentos, enriquecendo meu ser.

Agradeço ao meu grande amigo Fábio Fares Marques da Silva, por toda a ajuda disponibilizada e pela amizade de valor que foi sendo construída ao longo dos anos.

Agradeço aos professores da Escola de Música da UFPA, do Instituto Estadual Carlos Gomes e do programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação pelas informações transmitidas e pela atenção e dedicação que os mesmos tiveram com este projeto.

RESUMO

O ensino e aprendizagem na área de música apresentam dificuldades consideráveis, no que diz respeito ao desenvolvimento da inteligência musical e no entendimento da teoria musical, podendo estas dificuldades limitar de forma severa o desenvolvimento das habilidades musicais de alunos e músicos, o que pode gerar desestímulos e desistências na área. Foi constatado também que o uso de tecnologias em escolas públicas de música é escasso, gerando maior carga de trabalho aos docentes e conseqüentemente reduzindo a sua produtividade.

Este trabalho apresenta o SiAEM (Sistema de Auxílio à Educação Musical), uma ferramenta *web* desenvolvida com o objetivo de contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem na área de música, atendendo as necessidades básicas de aprendizagem e ensino de alunos e professores, respectivamente. O SiAEM disponibiliza na *web* para acesso gratuito um módulo gerador de partitura, um módulo editor de prova, um módulo de testes de percepção auditiva e um módulo de testes de teoria musical, que podem produzir material didático, como partituras e provas, fornecendo funcionalidades não encontradas em ferramentas similares, proprietárias ou gratuitas.

PALAVRAS-CHAVE Inteligência musical, Computação musical, Educação musical auxiliada por computador, Informática na educação, SiAEM.

ABSTRACT

The teaching and learning in music present considerable difficulties, as regards the development of musical intelligence and understanding of music theory, such difficulties can severely limit the development of musical skills of students and musicians, which can create disincentives and dropouts in the area. It was also found that the use of technology in public schools of music is sparse, resulting in greater workload for teachers and thereby reducing their productivity.

This paper presents the SiAEM - Sistema de Auxílio à Educação Musical (Help System for Music Education), a web tool developed with the aim of contributing for the improvement of teaching and learning in music, meeting the basic needs of learning and teaching of students and teachers, respectively. The SiAEM provides on the web for free a sheet music generator module, a test editor module, a perception test module, and a musical theory test module, which can produce educational materials, such as sheet music, and tests, providing functionality not found in similar tools, proprietary or free.

KEYWORDS: Musical intelligence, Computer Music, Computer-aided music education, Informatics in education, SiAEM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual da disciplina de Ciências	22
Figura 2 - Mapa conceitual de música usado no SiAEM	23
Figura 3 - Mapa conceitual de partitura usado no SiAEM	24
Figura 4 - Exemplo de codificação em ABC	27
Figura 5 - Resultado da codificação em ABC	27
Figura 6 - Codificação usando MusixTeX	28
Figura 7 - Resultado da codificação usando MusixTeX	28
Figura 8 - Codificação usando GNU-Lilypond	28
Figura 9 - Resultado da codificação usando GNU-Lilypond	28
Figura 10 - Codificação usando MusicXML	29
Figura 11 - Resultado da codificação usando MusicXML	29
Figura 12 - Mapa de navegação do site	39
Figura 13 - Página inicial do SiAEM	40
Figura 14 - Opções do Gerador de Partituras do SiAEM	41
Figura 15 - Após a geração da partitura	41
Figura 16 - Partitura gerada	41
Figura 17 - Diagrama de Casos de Uso	42
Figura 18 -Diagrama de Sequência	42
Figura 19 - Exemplo do Editor de Prova do SiAEM	43
Figura 20 - Exemplo da partitura inserida na prova	43
Figura 21 - Diagrama de Casos de Uso	44
Figura 22 - Diagrama de Sequência	45
Figura 23 - Lições e testes de percepção musical do nível iniciante	46
Figura 24 - Exemplo de lição de um teste de percepção do nível iniciante	46
Figura 25 - Exemplo de um teste de percepção do nível iniciante	47
Figura 26 - Lições e testes de teoria musical do nível iniciante	47
Figura 27 - Exemplo de lição de um teste de teoria do nível iniciante	48
Figura 28 - Exemplo de um teste de teoria do nível iniciante	49
Figura 29 - Fluxograma de seleção da amostra populacional incluída na pesquisa descritiva	52
Figura 30 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por escolaridade	53

Figura 31 - Distribuição percentual da quantidade de moradores na casa dos estudantes da pesquisa	54
Figura 32 - Distribuição percentual dos computadores na casa dos estudantes da pesquisa ..	54
Figura 33 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por anos de estudo de música	55
Figura 34 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por instrumento que toca ...	55
Figura 35 - Quantidade das maiores dificuldades dos estudantes no estudo de música	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das linguagens e ambientes de programação para computação musical ...	26
Quadro 2 - Comparativo entre aplicativos de educação musical.....	34
Quadro 3 - Dez Heurísticas de Jakob Nielsen ou princípios de usabilidade	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Apuração do resultado do questionário de índice de satisfação	57
Tabela 2 - Resultado de tempo do teste de usabilidade	59
Tabela 3 - Apuração do resultado do questionário do teste de usabilidade	61

Conteúdo

Capítulo 1 - Introdução	11
1.1 - Contextualização	11
1.2 - Descrição do Problema.....	13
1.3 - Abordagem Escolhida.....	14
1.4 - Objetivos do Trabalho	15
1.5 - Procedimentos metodológicos	15
1.6 - Estrutura do trabalho	16
Capítulo 2 - Referencial Teórico	17
2.1 - Aprendizagem.....	17
2.2 - Múltiplas Inteligências do ser humano	19
2.2.1 - Desenvolvimento da Inteligência Musical	20
2.3 - Mapas conceituais	20
Capítulo 3 - Computação aliada à Educação Musical	25
3.1 - Informática na Educação	25
3.2 - Computação Musical	25
3.2.1 - Tipos de <i>Software</i> Musical	29
3.3 - Educação Musical auxiliada por Computador.....	30
3.4 - Trabalhos Relacionados.....	31
3.4.1 - Principais Aplicativos de Educação Musical	32
3.4.2 - Comparação com SiAEM	34
3.5 - Interface de software adequada ao público alvo:	34
Capítulo 4 - Apresentação do SiAEM	38
4.1 - Descrição do Sistema	38
4.2 - Módulo Gerador de Partitura.....	40
4.3 - Módulo Editor de Prova	43
4.3.1 - Uso de LaTeX no módulo Editor de Prova.....	44
4.4 - Módulo Testes de Percepção	45
4.5 - Módulo Testes de Teoria Musical	47
Capítulo 5 - Resultados da Avaliação do SiAEM	50
5.1 - Metodologia.....	50
5.2 - Amostra	50

5.3 - Instrumentos de Coleta de dados	52
5.4 - Resultados e Discussão.....	53
5.4.1 - Questionário sócio-econômico e de conhecimentos musicais.....	53
5.4.2- Teste de Usabilidade.....	59
Capítulo 6 - Considerações Finais	63
Referências	65
Apêndice A - Questionários utilizados na Avaliação do SiAEM.....	72
Apêndice B - Códigos de dois testes e do gerador de partitura do SiAEM.....	78
Anexo - Conceitos de música utilizados no SiAEM.....	944

Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo introdutório são abordados alguns aspectos que caracterizam e justificam o trabalho realizado. Inicialmente, uma contextualização é apresentada para que se obtenha uma noção geral a respeito do tema. Em seguida, o cenário que motivou a criação deste projeto com uma descrição prévia dos objetivos e a metodologia utilizada. Conclui-se com a descrição da estrutura dos capítulos seguintes do trabalho.

1.1 - Contextualização

Uma das ações fundamentais para a melhoria da educação no país é a promoção da cidadania, cuja característica chave é a inclusão social, condição essencial para o crescimento e desenvolvimento do cidadão (Martini, 2005). Neste contexto a inclusão social tem sido tema de destaque como estratégia de desenvolvimento do país e uma das estratégias utilizadas para o processo de inclusão social é a inclusão digital, pois na era da sociedade da informação a exclusão digital amplia a miséria e dificulta o desenvolvimento humano local e nacional. Também se deve considerar que o mercado, de forma imediata, não irá incluir na era da informação grupos sociais menos privilegiados (Passerino & Montardo, 2007).

Sposati (1996) afirma que “inclusão e exclusão são processos sociais interdependentes vinculados principalmente à distribuição de renda e oportunidades”. Da mesma forma, Azevedo & Barros (2004) conceituam a inclusão como um mecanismo social que ocorre de forma continuada alavancado pelo anseio por igualdade de condições e oportunidades. Similarmente, Passerino & Montardo (2007) referem-se ao processo de inclusão como sendo algo intrínseco na sociedade, onde grupos menos favorecidos em relação a outros, estarão sempre em busca de suprir as necessidades cotidianas e desenvolverem estratégias para atingirem a equidade de condições.

Em 2011, pesquisadores traçaram o perfil sócio-econômico dos alunos das Universidades Federais brasileiras. A nível nacional, observou-se que 43,7% dos estudantes pertencem às classes C, D e E (cerca de 300 mil estudantes) ou seja, quase metade dos estudantes das Universidades Federais pertencem às classes populares, cuja renda média familiar, segundo a ABEP, é de R\$415,00 a R\$1.459,00 (Andifes, 2011). No norte do país o percentual de alunos pertencentes as classes C,D e E é de 69,07%, sendo que quase metade dos alunos do Norte (49,08%) tem uma renda familiar que não ultrapassa 2 salários mínimos. Esses dados possibilitam estimar indiretamente as dificuldades de inclusão social da população e refletir sobre a importância da elaboração de ferramentas e/ou estratégias que

igualem as oportunidades de crescimento social e profissional.

O ensino de música tem se tornado importante ferramenta de inclusão social para vasto contingente de pessoas das classes mais desfavorecidas em vários países em desenvolvimento. A melhoria das técnicas, metodologias e ferramentas voltadas ao auxílio do ensino é uma das principais estratégias modernas para alcançar altos níveis de qualidade tanto na educação quanto na busca pela excelência profissional.

“O uso de *software* em diferentes atividades musicais tem sido discutido quanto as suas possibilidades em relação à otimização do tempo” (Parrish, 1997 & Berz, 1994). Parrish (1997) observou que é possível diminuir o tempo gasto na prática de atividades teóricas através da utilização de *software*, em geral isso traz benefícios aos alunos, que passam a disponibilizar de um tempo maior para prática em seus instrumentos. Também estão sendo investigados os *software* de edição e sequenciamento musicais para avaliar os seus benefícios no meio educacional, pois são de fácil utilização e têm múltiplas aplicações.

MacGregor (1994) comenta sobre a intensificação da pesquisa e utilização de computadores, sintetizadores e outros recursos tecnológicos em aulas de música, que já ocorre com frequência nas aulas em países como Estados Unidos, Inglaterra e Austrália. Segundo Rudolph (1996) a integração entre aulas teóricas e práticas através de software de edição e sequenciamento pode ser feita com sucesso. Com esses instrumentos é possível introduzir de forma dinâmica conceitos de teoria musical e também auxiliar nas atividades práticas, como análise, composição, regência, treino auditivo, entre outros.

Autores como Glanzmann (1995), Rogers (1997), Hunt & Kirk (1997), Dalgarno (1997) e Kruger (1996), investigaram a importância desta integração. A partir destas pesquisas, podem ser efetuados alguns questionamentos, como: a) tipos de programas que podem ser utilizados no processo de ensino e aprendizagem de teoria e instrumentos musicais; b) formas de utilização dos softwares neste contexto; c) suas possibilidades quanto ao desenvolvimento musical dos alunos.

No dia 18 de agosto de 2010 foi sancionada a Lei nº 11.769 que institui a obrigatoriedade do ensino da música nas escolas públicas de ensino fundamental e médio de todo o país. Tendo sido estabelecido um prazo de 03 anos para que os Estados e municípios insiram no currículo da educação básica o ensino da música. Nesse cenário, torna-se imprescindível a criação de estratégias alternativas para auxiliar a educação musical (DOU, 2010).

1.2 - Descrição do Problema

Educação musical é um processo de desenvolvimento intelectual que resulta na aquisição de habilidades e competências para a compreensão, execução e utilização da música. Nem sempre busca a formação do músico profissional, no entanto, é a base imprescindível na formação daqueles que pretendem atuar como tal.

Um capítulo importante da educação musical é a percepção musical ou percepção auditiva, que é a educação do sentido da audição que leva o indivíduo a distinguir o timbre, a afinação, a duração de um som, melodia e seu ritmo. Ototumi (2008) atesta que o desenvolvimento da percepção musical é de fundamental importância no aprendizado de música e muitos docentes acreditam que seus alunos têm dificuldades para aprendizagem nesta área pelo fato de não possuírem boa formação anterior, ou seja, boa formação de base.

De acordo com Ototumi (2008), há muitos músicos instrumentistas que apresentam técnicas apuradas no manuseio de seu instrumento, mas apresentam dificuldades no reconhecimento de sons melódicos e harmônicos, em composição e improvisação, provavelmente pelo fato da inteligência musical não ter sido trabalhada na forma e momento adequados. Tais observações corroboram a importância de incentivar estudos de iniciação musical ainda na infância e de fornecer mais ferramentas para auxiliar o aprendizado em adultos.

A informática na educação pode ser utilizada como suporte pedagógico ao processo de ensino-aprendizagem em qualquer área do conhecimento humano. Para educação musical existem ferramentas computacionais específicas, no entanto, as principais são proprietárias, requerendo o pagamento de um valor para adquirir a licença de uso e elas necessitam ser instaladas no computador do usuário para funcionar, como exemplo, tem o Sibelius Auralia (Auralia, 2011) e o Earmaster (Earmaster, 2011). Nos últimos tempos foram realizados esforços para disponibilizar ferramentas de educação musical na *web*, como o Learn2hear (Learn2hear, 2011) e o Big ears (Big ears, 2011). As críticas a essas ferramentas estão relacionadas às suas interfaces gráficas, que são consideradas pouco expressivas e aos poucos recursos funcionais disponíveis para o treinamento, além de serem totalmente em língua inglesa.

Pesquisas realizadas na EMUFPA (Escola de Música da Universidade Federal do Pará) e no Instituto Estadual Carlos Gomes, ambos sediados em Belém, no Estado do Pará, permitiram observar que a maioria dos estudantes de música nestas instituições são pessoas de baixo nível sócio-econômico e que iniciam os estudos ainda na infância, sendo-lhes muito

difícil o acesso a aplicativos proprietários. Foi observado também que o uso de recursos tecnológicos para auxiliar o ensino de música é escasso.

Por outro lado, a observação da prática docente do professor de teoria musical revela que ele quase que cotidianamente é obrigado a produzir partituras para as suas aulas e provas teóricas diferentes daquelas anteriormente utilizadas pelos alunos. Sem uma ferramenta automática de geração e execução dessas partituras o trabalho se torna bastante oneroso, pois acarreta tempo demasiado tanto para criá-las, quanto para escrevê-las, além de ter de executá-las no caso dos ditados rítmicos e melódicos. Esta é ainda a realidade de muitos professores de música: exercer cotidianamente o trabalho manual de confecção de material didático para suas aulas ou pagar para usar uma ferramenta proprietária que faz somente parte do trabalho.

1.3 - Abordagem Escolhida

Considerando a possibilidade de contribuir para a melhoria desse cenário, foi definido como alvo da presente pesquisa o desenvolvimento do SiAEM (Sistema de Auxílio à Educação Musical). Este sistema encontra-se disponível para uso gratuito no endereço: <http://www.labie.ufpa.br/siaem> e foi projetado para funcionar continuamente na web e com funcionalidades que atendam ao professor em suas tarefas docentes e ao estudante de música no auxílio ao desenvolvimento da teoria e da percepção musical.

O sistema é composto por quatro módulos: Gerador de Partitura, Editor de Provas, Testes de Percepção e Testes de Teoria Musical. Para o desenvolvimento, foram escolhidas as seguintes linguagens: linguagem de programação PHP; linguagem de programação musical GNU-Lilypond; LaTeX; linguagem HTML, estilo CSS e banco de dados MySQL.

Os módulos testes de percepção e testes de teoria musical foram desenvolvidos visando contribuir para aprimorar a capacidade de ler e entender partituras musicais e reconhecer sons e ritmos, enquadrando-se desta forma como uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento da inteligência musical.

O SiAEM tem seu enfoque somente no ensino de música ocidental formal e procura estimular e desafiar o aluno a avançar progressivamente em seus estudos, oferecendo a possibilidade de realizar testes em modo contínuo. Procura também quebrar a barreira da distância física (e não somente geográfica) entre o aluno e o conhecimento que ele busca, podendo colaborar na redução da exclusão social e da elitização dos processos envolvidos no ensino/aprendizagem de música.

Os usuários de *software* educacional têm requisitos diferentes de usuários tradicionais, especialmente no que diz respeito à interação com o sistema. As interfaces

devem ser atrativas para chamar atenção, estimulantes para prender atenção, ter uma linguagem compreensível a usuários não especializados e com diferentes necessidades de aprendizado, além de manter coerência de representação visual e computacional com o domínio de conhecimento que está sendo abordado. A fácil interação é também um requisito importante, porque o aluno deve utilizar a interface para aprender algo novo e não simplesmente aprender a usar a interface. No projeto do SiAEM, visando assegurar que estas diretrizes gerais seriam respeitadas, o *design* da interface foi elaborado baseando-se nas heurísticas de usabilidade estabelecidas por Nielsen & Loranger (2000).

1.4 - Objetivos do Trabalho

O objetivo geral é o desenvolvimento de um sistema *web* de auxílio à educação musical com a finalidade de facilitar o trabalho do docente, auxiliar/facilitar o desenvolvimento da inteligência musical do discente e/ou de pessoas que desejam iniciar seus estudos no campo da música.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Reforçar o ensino/aprendizagem no desenvolvimento da inteligência musical;
- Auxiliar as pessoas na preparação para o exame de habilidades para o ingresso em cursos técnicos e cursos superiores na área de música;
- Auxiliar os professores no processo de elaborar provas de teoria musical e ditados rítmico-melódicos;
- Estimular e facilitar a inclusão de mais pessoas no estudo de música, proporcionando também inclusão digital;
- Incentivar e favorecer o uso de ferramentas computacionais em escolas e universidades públicas.

1.5 - Procedimentos metodológicos

- **Pesquisa bibliográfica e documental:** foram utilizados livros, artigos e *sites* servindo de apoio ao entendimento de conceitos, padrões e tecnologias envolvidas.
- **Pesquisa de campo:** foram realizadas entrevistas com docentes e discentes da área de música na UFPA (Universidade Federal do Pará) e no Instituto Estadual Carlos Gomes, ambos sediados na cidade de Belém no estado do Pará, para analisar e identificar os problemas e desafios no ensino/aprendizagem de música.

- **Avaliação da abordagem proposta:** os participantes da avaliação do projeto foram divididos em dois grupos. Para o primeiro grupo foram realizadas oficinas para analisar a interação dos usuários com o sistema e para verificar a utilidade, facilidade e eficiência do uso da ferramenta como uma estratégia alternativa no ensino de pessoas que estão iniciando seus estudos de música. O segundo grupo realizou um teste de usabilidade para avaliar a facilidade de uso do sistema. O público alvo foi diversificado, incluindo pessoas de vários níveis sócio-econômico, diversos níveis de conhecimento em informática e com diversas idades.

1.6 - Estrutura do trabalho

Além deste Capítulo 1 que trata da introdução geral sobre o trabalho realizado, fornecendo uma contextualização, descrição do problema, abordagem escolhida e os objetivos como forma de tentar contribuir para a melhoria do cenário identificado, a dissertação contém mais 5 capítulos e 2 apêndices e 1 anexo.

O Capítulo 2 apresenta o resultado de um estudo bibliográfico, abrangendo as teorias de aprendizagem, as múltiplas inteligências de Gardner, dando ênfase à inteligência musical e mapas conceituais.

O Capítulo 3 descreve o estado da arte das áreas de computação musical e informática na educação, abordando linguagens e ambientes de programação musical, tipos de software musical existentes, educação musical auxiliada por computador, apresentando aplicativos e trabalhos relacionados e finalizando com boas práticas na criação da Interface de um sistema Web.

O Capítulo 4 é dedicado a apresentação do SiAEM (Sistema de Auxílio à Educação Musical), indicando os módulos desenvolvidos, explicações sobre o funcionamento e boas práticas de uso com a ajuda de telas do sistema e diagramas da UML.

O Capítulo 5 apresenta os resultados das pesquisas de avaliação da ferramenta, que foram realizadas com inscitos nas oficinas de música da Escola de Música da UFPA.

O Capítulo 6 discorre sobre as considerações finais do trabalho, com discussões e perspectivas para trabalhos futuros.

O apêndice A apresenta os questionários utilizados na avaliação do SiAEM realizada na Escola de Música da Universidade Federal do Pará, o apêndice B apresenta os arquivos com os códigos de um teste de percepção, um teste de teoria e do gerador de partitura e o anexo, adaptado de Mascarenhas & Cardoso (1973), apresenta conceitos de música que são utilizados no SiAEM.

Capítulo 2 - Referencial Teórico

No passado as investigações no âmbito da aprendizagem centravam-se nas capacidades cognitivas e nos fatores motivacionais como os dois determinantes principais do desenvolvimento escolar. A partir da década de 1970, uma terceira categoria de variáveis começou a ser estudada, a dos processos metacognitivos, que coordenam as aptidões cognitivas envolvidas na memória, leitura, compreensão de textos, entre outros (Ribeiro, 2003).

A educação é importante para a evolução de uma nação e ela visa mover o mundo adiante de forma mais pacífica possível. A face mais visível do sucesso educacional é o avanço na aprendizagem dos alunos e muitas teorias diferentes tentam explicar como a aprendizagem acontece. Este capítulo apresenta o resultado de um estudo bibliográfico, abrangendo a teoria da aprendizagem significativa, teoria do construtivismo, as múltiplas inteligências do ser humano, com ênfase na inteligência musical, finalizando com mapas conceituais

2.1 - Aprendizagem

Investigações de pesquisadores e cientistas da área da educação e da psicologia culminaram na criação de diversas teorias do processo de aprendizagem, tendo tido grande destaque a teoria construtivista de Piaget. Santos (2001) resume as teorias de processo de aprendizagem de Piaget, Skinner e Gagné em três tópicos principais: “a) O agente da aprendizagem é o aluno, sendo o professor um orientador e facilitador; b) As diferenças individuais entre os alunos devem ser respeitadas e a aprendizagem deve ser acompanhada de maneira mais individualizada e c) A aprendizagem de qualquer assunto requer uma continuidade ou sequência lógica e psicológica.”

Abreu e Masetto (1996) apud Santos (2001) classificam a aprendizagem em três categorias: “a) cognitiva (ou de conhecimento); b) de modificação de valores e atitudes e c) de habilidades, indicando que o professor lida o tempo todo não só com o que o aluno aprende cognitivamente, mas também com atitudes e habilidades.”

No processo de aprendizagem musical, a teoria do construtivismo de Piaget e da aprendizagem significativa de Ausubel são as que ocupam maior destaque. É importante salientar que Piaget utilizava o termo desenvolvimento como sendo o alicerce para a produção de conhecimentos. “Na teoria piagetiana construir implica em tornar as estruturas do comportamento, quer sejam elas motoras, verbais ou mentais, mais complexas, mais móveis e

mais estáveis” (Mizukami, 1986 apud Pinto, 2007).

O processo educacional, de acordo com a teoria construtivista, necessita promover circunstâncias, de certo modo, desequilibradoras, pois através dessas situações é possível que ocorra uma progressiva construção de concepções conforme vivencia cada uma das etapas de seu desenvolvimento (Mizukami, 1986 apud Pinto, 2007).

Moreira (2000) afirma que a aprendizagem significativa é formada por uma interação cognitiva muito rica entre novos conhecimentos e conhecimentos pré-existentes, de forma que uma informação prévia serve de base para a compreensão da nova idéia, ou seja, ocorre uma reorganização do conhecimento e da estrutura cognitiva. Dessa forma, o aluno não pode jamais ser tido como um receptor passivo.

Segundo Praia (2000), a teoria do construtivismo de acordo com Ausubel se concentra na aprendizagem cognitiva, que postula que as informações armazenam-se de forma organizada na mente do indivíduo que aprende, formando a complexa estrutura cognitiva. A base da teoria de Ausubel (1980) é que a aprendizagem deve ser significativa, isto é, o sujeito deve aprender e estar aberto a aprender integrando a nova informação aos conhecimentos previamente adquiridos.

Ausubel também denominou sua teoria como verbal, por acreditar que um dos componentes mais importantes da aprendizagem significativa fosse a linguagem. Descrevia a linguagem como o meio mais eficiente e seguro para conduzir o indivíduo a um conhecimento mais seguro e focado. Nesse contexto, a linguagem não desempenha apenas um papel na comunicação humana, possui também um papel operacional (Praia, 2000).

Posteriormente, sob influência da física relativista e da mecânica quântica, Piaget mesclou os novos conceitos nessas áreas com as idéias prévias da Psicologia e Filosofia, construindo uma nova ciência, a qual denominou de Epistemologia Genética. Piaget reflete sobre esses conceitos chamando atenção para a primitividade do ser humano logo após o nascimento, quando não possui habilidade para realizar a mais simples operação de pensamento, mesmo tendo um histórico genético altamente elaborado após milhões de anos de evolução. Essa observação simples evidencia que o ser humano é um projeto em branco, pronto para ser construído (Becker, 1992).

Ainda segundo Becker (1992), construtivismo é uma teoria que nos permite interpretar o mundo em que vivemos em sua essência. Além de trazer a idéia de que nada, a rigor, está totalmente pronto. O conhecimento é construído através da interação do indivíduo com o seu meio e se constitui por força de sua ação e não por qualquer carga hereditária. Dessa forma, se pode afirmar que antes da ação não há psiquismo, consciência ou

pensamento.

2.2 - Múltiplas Inteligências do ser humano

De acordo com Gardner (1983), existem sete tipos de inteligências, são elas: lógico-matemática, lingüística, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal e intrapessoal. Essas inteligências raramente atuam de forma independente, usualmente trabalham juntas, complementando-se.

- **Inteligência lógico-matemática** é a habilidade de detectar padrões, realizar deduções pensar logicamente. Frequentemente associada com o raciocínio matemático.
- **Inteligência linguística** é a habilidade de utilizar a linguagem de forma magistral para expressar-se retórica ou poeticamente. Também permite uso da linguagem como meio de memorizar informações.
- **Inteligência espacial** é a habilidade de manipular e criar imagens mentais a fim de resolver problemas. Tal habilidade não se limita ao campo visual, mas também a propriocepção, que é a capacidade de reconhecer a localização espacial do corpo, sua posição e orientação, a força exercida pelos músculos e a posição de cada parte do corpo em relação às demais, sem utilizar a visão. A descrição dessa habilidade surgiu quando Gardner observou que crianças cegas também demonstravam essa habilidade.
- **Inteligência musical** é a capacidade de ler, compreender, compor campos musicais, tons e ritmos. Ter uma função auditiva preservada é algo necessário para o desenvolvimento dessa habilidade no que diz respeito a timbre e tom, mas não para a compreensão de ritmos.
- **Inteligência corporal-cinestésica** é a capacidade de utilizar a mente para obter um controle preciso dos movimentos do corpo.
- **Inteligência interpessoal** é a capacidade de aprender os sentimentos e intenções dos outros.
- **Inteligência intrapessoal** é a habilidade de compreender os próprios sentimentos e motivações.

Segundo Trajano (2008), o conhecimento dessas inteligências e o uso das mesmas como estratégia pedagógica possibilitam que o professor de música trabalhe de forma a identificar o melhor caminho a ser adotado nos processos de ensino/aprendizagem musical. Trajano (2008) exemplifica que um aluno com desenvolvimento mais aguçado da inteligência lógico-matemática estaria mais motivado para o conhecimento da estrutura morfológica da

música, estando propenso ao estudo da harmonia, da forma, da análise e da composição. Outro aluno, que tenha um desenvolvimento maior da inteligência cinestésico-corporal estaria mais habilitado às práticas instrumentais, enquanto que a lingüística proporcionaria uma consciência mais aprofundada da música enquanto linguagem. A inteligência espacial, por sua vez, facilitaria a interação do músico com seu instrumento e assim por diante.

2.2.1 - Desenvolvimento da Inteligência Musical

Gardner (1983) descreve a inteligência musical como a capacidade de ler, entender, reconhecer auditivamente sons e ritmos e compor tons musicais. É importante frisar que mesmo pessoas que não tenham inteligência musical apurada podem aprender a teoria musical de forma apropriada, todavia, a formação de um músico mais completo vai além da teoria, é a somatória do aprimorando das capacidades de reconhecimento auditivo, que é a base para novas criações musicais.

A teoria de Gardner sugere ainda que todos os seres humanos que não sejam portadores de necessidades especiais possuem todos os tipos de inteligência aptos ao desenvolvimento. Segundo Llari (2003) no decorrer da vida, todas as formas de inteligência podem ser estimuladas para um melhor desenvolvimento das mesmas, todavia, isso se dá de forma mais eficiente nos primeiros anos de vida. De acordo com Antunes (2002) o período mais eficiente para estimular o desenvolvimento da inteligência musical se dá do nascimento aos 10 anos, sendo que a partir dos 3 anos, as áreas do cérebro que dominam a coordenação motora são muito sensíveis e já permitem a execução musical.

2.3 - Mapas conceituais

De acordo com Barros (2008), "os mapas conceituais são organizações gráficas dos conhecimentos que procuram identificar e relacionar os conceitos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, através das inter-relações destes conceitos, formando proposições". Segundo Freitas (2007), "todo embasamento teórico relacionado ao uso de mapas conceituais está baseada na Teoria de Aprendizagem ou Teoria de Assimilação, de David Ausubel" discutida previamente.

Baseado nessa teoria, Novak (2002) aprimorou a metodologia de Mapas Conceituais, procurando representar como o conhecimento é armazenado na estrutura cognitiva de um estudante. A estrutura cognitiva pode ser descrita como um conjunto de conceitos, organizados de forma hierárquica, que representam o conhecimento e as experiências adquiridas por um estudante.

Segundo Grillo & Lima (2011), os mapas conceituais podem ser utilizados em várias áreas do conhecimento, sendo muito empregados em áreas de planejamento, análise, organização e/ou revisões curriculares.

A evolução de ferramentas de tecnologia da informação facilitou a utilização dos mapas conceituais. O uso de *software* possibilitou novas maneiras de aprendizado, podendo inserir em um dado conceito outros mapas, assim como adicionar outras mídias como imagem, som e vídeo (Grillo & Lima, 2011).

Moreira & Buchweitz (1993) afirmam que embora os mapas conceituais normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, os diagramas dos mapas conceituais não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam seqüência, temporalidade ou direcionalidade.

A Figura 1 exemplifica um diagrama de mapas conceituais da disciplina escolar de Ciências.

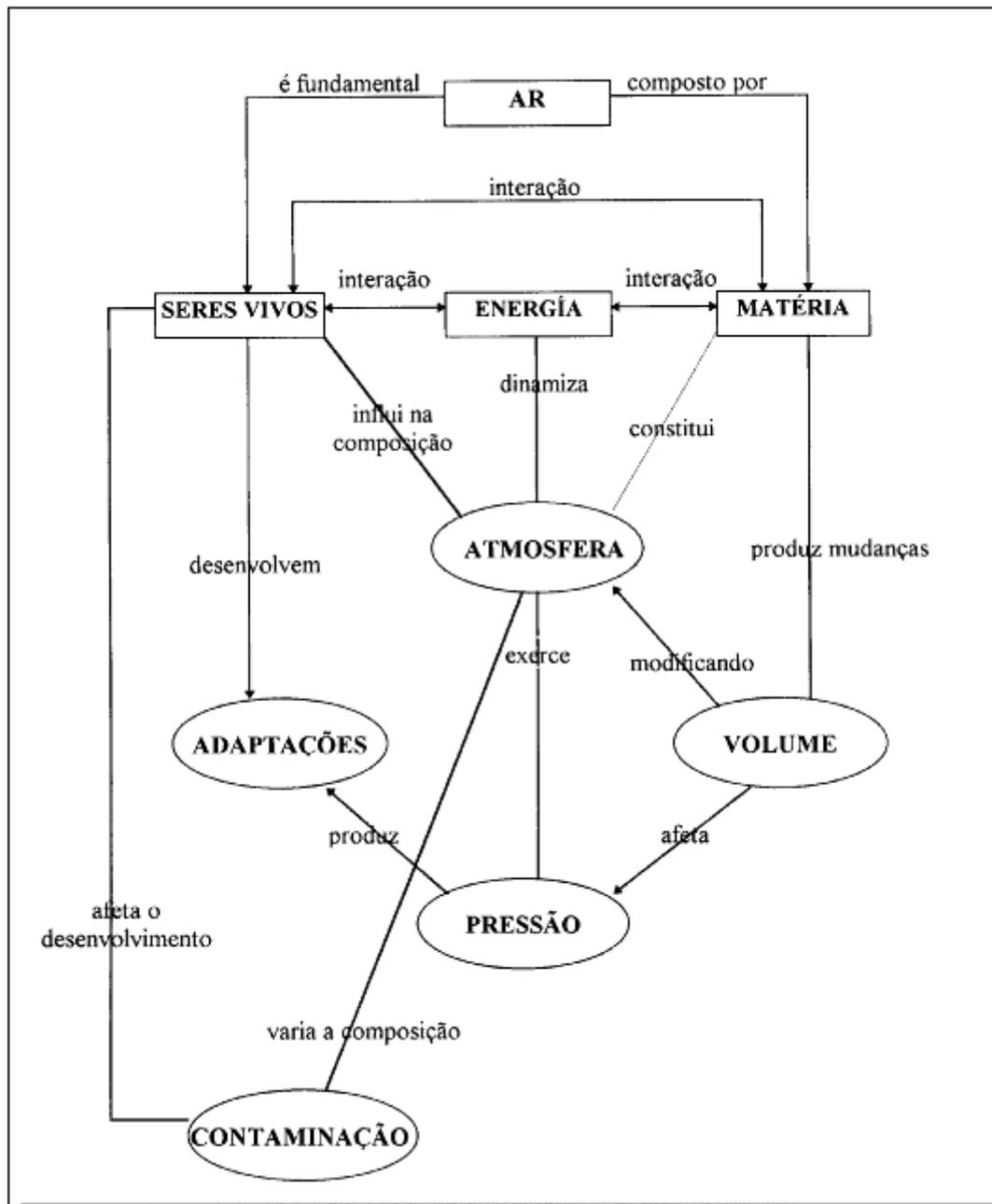


Figura 1 - Mapa conceitual da disciplina de Ciências (Moreira, 1997)

A técnica de mapear os conceitos apresenta ótima flexibilidade, podendo ser utilizada em situações variadas e para inúmeros propósitos. (Moreira & Buchweitz, 1993).

As Figuras 2 e 3 foram criadas utilizando o *software* CmapTools (CMAPTOOLS, 2011) e representam os mapas conceituais com conceitos de música utilizados no gerador de partitura e nos testes de percepção e de teoria do SiAEM.

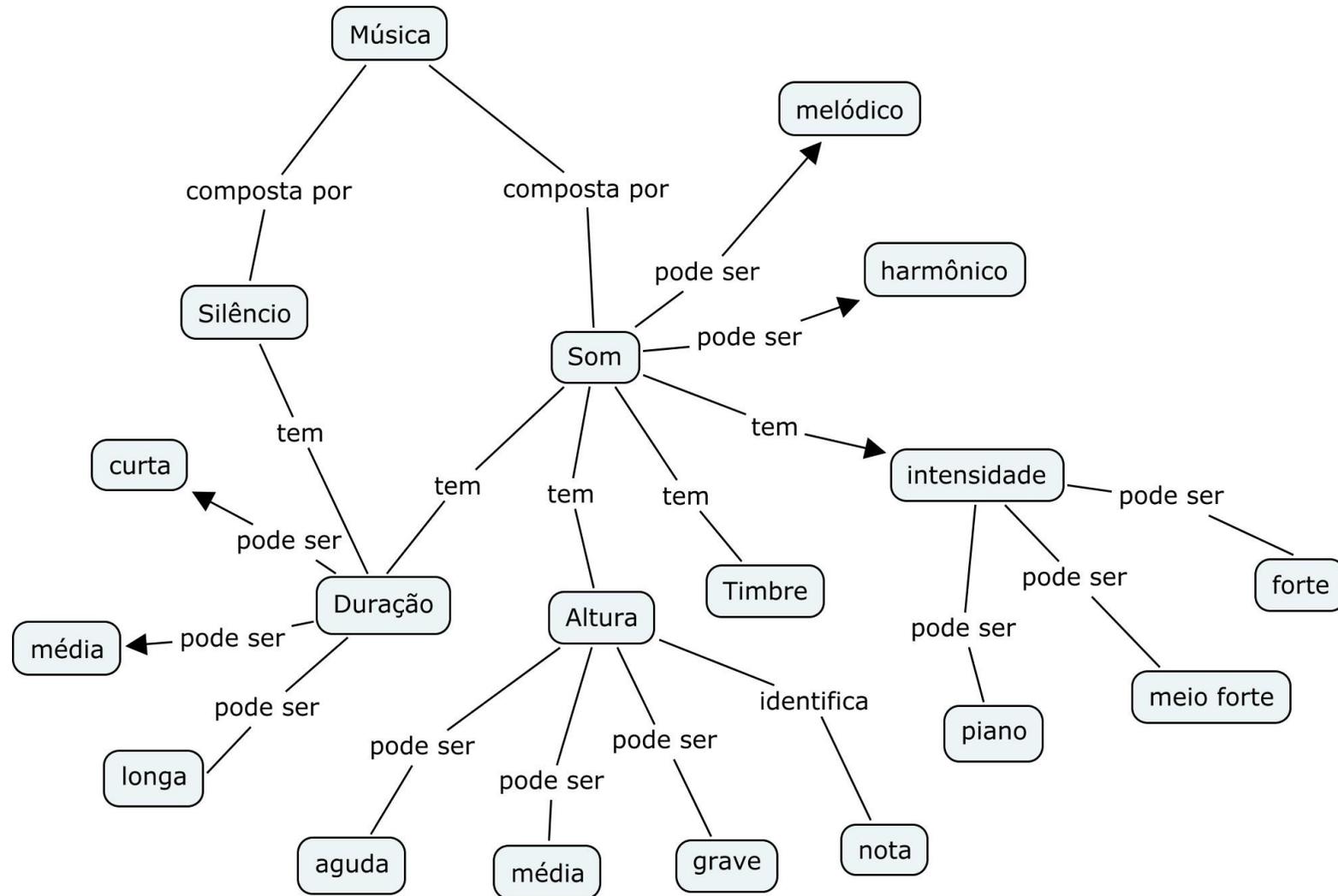


Figura 2 - Mapa conceitual de música usado no SiAEM

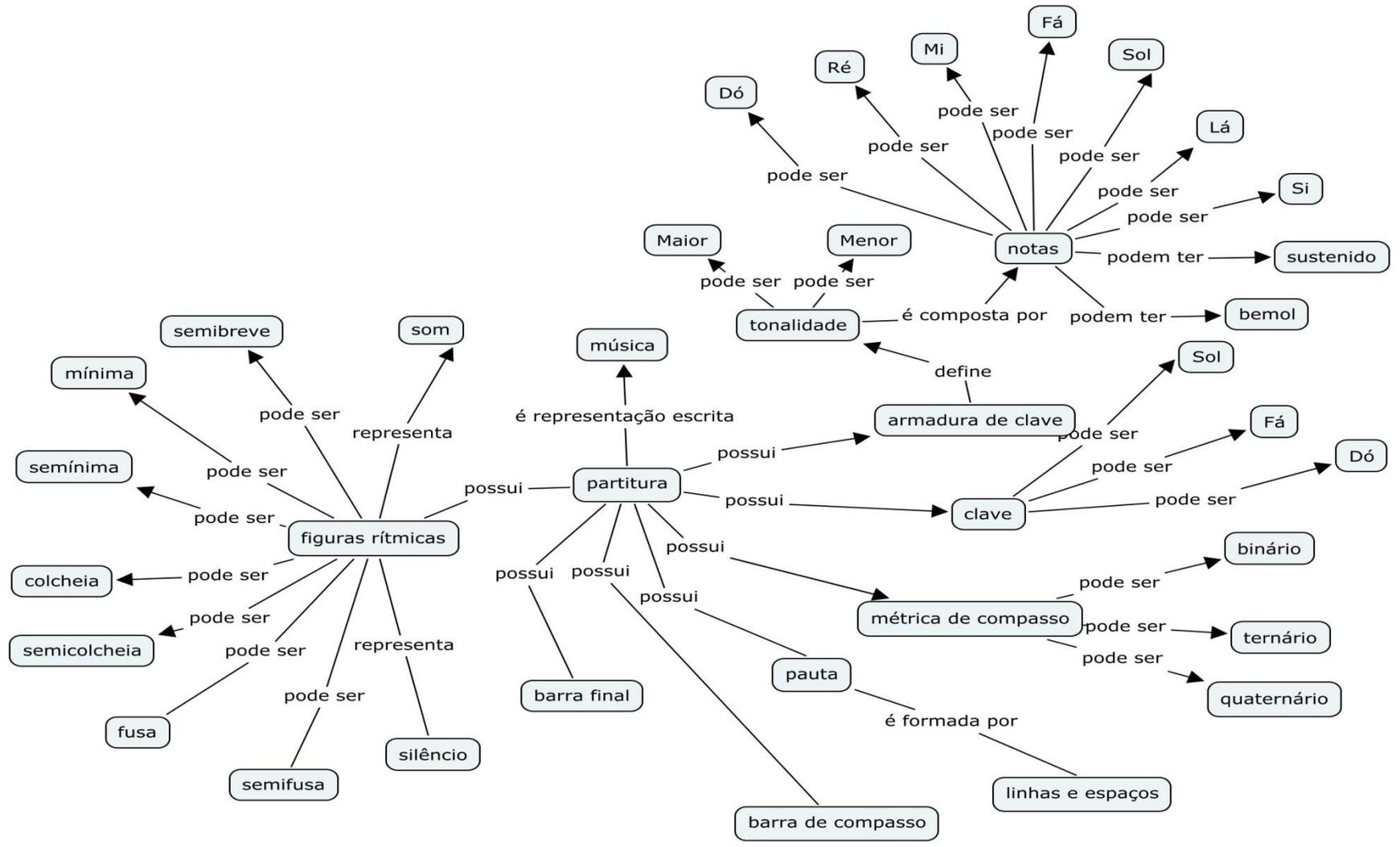


Figura 3 - Mapa conceitual de partitura usado no SiAEM

Capítulo 3 - Computação aliada à Educação Musical

A computação aliada à educação musical, denominada de Informática Educativa Musical ou Educação Musical Auxiliada por Computador tem como intuito utilizar recursos tecnológicos para o ensino da música, ajudando na construção do conhecimento conceitual, treinamento de percepção musical e no aumento da produtividade de alunos e professores.

Este capítulo apresenta um estudo do estado da arte, abordando conceitos relacionados às áreas da informática na educação e computação musical, apresentando-se os ambientes e linguagens de programação musical com exemplificação para melhor entendimento, educação musical auxiliada por computador, com os tipos de *software* de educação musical e aplicativos existentes no mercado, trabalhos relacionados e finaliza com boas práticas de usabilidade.

3.1 - Informática na Educação

Segundo Valente (1999), o termo informática na educação corresponde à utilização do computador como ferramenta de melhoria do ensino-aprendizagem em qualquer modalidade educacional, devendo o professor saber o momento apropriado de alternar a utilização da informática com os métodos tradicionais ou mesmo mesclar os métodos, visto que o computador possibilita tanto um reforço do processo instrucionista, ao levar a informação ao aluno, quanto uma abordagem construcionista, pois favorece ao aluno a construção de seu conhecimento.

Uma das principais modalidades em que a informática está sendo utilizada é a Educação à Distância (EAD). Nesse caso, a web propicia o ambiente favorável para que a educação esteja ao alcance de todos a despeito de distâncias geográficas. Em decorrência das grandes vantagens dessa modalidade, observam-se grandes esforços em busca da construção de um ambiente virtual que propicie um ensino eficiente e colaborativo (Valente, 1999).

3.2 - Computação Musical

Miletto et al. (2004b) descreve a computação musical como "uma área da ciência da computação dedicada ao estudo das aplicações dos computadores a problemas musicais, tendo como propósito a investigação de métodos, técnicas e algoritmos para processamento e geração de som e música, representações digitais e armazenamento de informação sônica e musical".

Segundo Botelho (2011), o surgimento em 1983 de um formato musical chamado

MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), para padronizar as comunicações entre instrumentos eletrônicos, originou uma revolução no campo da música. Logo após a difusão do padrão MIDI, fabricantes de software iniciaram produção em grande escala dos mais diversos aplicativos musicais que utilizavam a comunicação entre instrumentos e computador.

Neste contexto, surgiram as primeiras linguagens de programação musical, juntamente com ferramentas e ambientes. No Quadro 1 são listadas algumas dessas tecnologias com suas respectivas características. Esta tabela está originalmente publicada em Miletto et al. (2004b), tendo sido feitas adições, conforme indicado.

Quadro 1 - Síntese das linguagens e ambientes de programação para computação musical

Tecnologia	Interface com Usuário	Plataforma	Formato	Forma de programação
ABC*	Texto	Linux, Windows e Macintosh	Áudio / MIDI	<i>Tags</i> do tipo TeX
MusixTex*	Texto	TeX	MIDI	Macros e fontes de TeX
GNU-Lilypond*	Texto	Linux, Macintosh e Windows	Áudio / MIDI	<i>Tags</i> do tipo TeX
MusicXML	Texto	<i>Web</i>	MIDI	<i>Tags</i> do tipo HTML
JMSL	Gráfico / Texto	Precisa de JVM ou (applet)	MIDI	<i>Scripts / Applet</i>
SMDL	Texto	<i>Web</i>	MIDI	Tags do tipo HTML
4ML	Texto	<i>Web</i>	MIDI	Tags do tipo HTML
OpenMusic	Gráfico (ambiente visual próprio)	Macintosh	Áudio / MIDI	Conexão visual de objetos sonoros
JavaSound	Gráfico / Texto	<i>Web</i>	Áudio / MIDI	<i>Script / Applet</i>
jMax	Gráfico (ambiente visual próprio)	Macintosh / Linux	Áudio / MIDI	Conexão visual de objetos sonoros

* Retirados respectivamente de (ABC 2011), (Taupin et al. 2011) e (GNU-Lilypond 2011).

Com o intuito de fornecer um melhor entendimento sobre a forma de programação, são apresentados exemplos de códigos de algumas das linguagens de programação musical:

- **ABC:** é um padrão de escrita musical que utiliza código ASCII.

```
X: 308                                % número da peça (index)
T: Quem não sabe lê                  % título
O: Bahia, capital                    % origem
M: 2/4                                % metro (compasso)
L: 1/16                               % unidade de duração
Q: 1/4=84                             % andamento (tempo)
K: A                                  % tom
%
"A"A2 A2 c3 A | "Bm"B8 | "D"A2 A2 d3 c | "A"B A A A - A A3 |
w: Quem não sa-be lê Quem não sa-be lê o A-be--cê
%
"A"A2 A2 e3 c | "Bm"B8 | "D"A2 A2 d3 c | "A"B A A A - A A3 |]
w: Ve-nha is-tu-dar Ve-nha is-tu-dar o Be-a--bá
```

Figura 4 - Exemplo de codificação em ABC

Quem não sabe lê

Bahia, capital

♩ = 84

Quem não sa - be lê Quem não sa - be lê o A - be - cê

Ve - nha is - tu - dar Ve - nha is - tu - dar o Be - a - - bá

Figura 5 - Resultado da codificação em ABC

- **MusixTex:** é um conjunto de macros e fontes que permite a composição de música dentro do sistema TeX.

```

\begin{music}\nostartrule
\parindent10mm
\instrumentnumber{1}           % um único instrumento
\setname1{Piano}              % nome do instrumento
\setstaves1{2}                % com duas pautas
\generalmeter{\meterfrac44}  % métrica de compasso 4/4
\startextract                  % inicia a partitura
\Notes\ibu0f0\qb0{cge}\tbu0\qb0g|\h1 j\en
\Notes\ibu0f0\qb0{cge}\tbu0\qb0g|\q1 1\sk\q1 n\en
\bar
\Notes\ibu0f0\qb0{dgd}\q1p i\en
\notes\tbu0\qb0g|\ibb1j3\qb1j\tb1\qb1k\en
\Notes\ibu0f0\qb0{cge}\tbu0\qb0g|\h1 j\en
\zendextract                   % finaliza a inserção
\end{music}

```

Figura 6 - Codificação usando MusixTeX

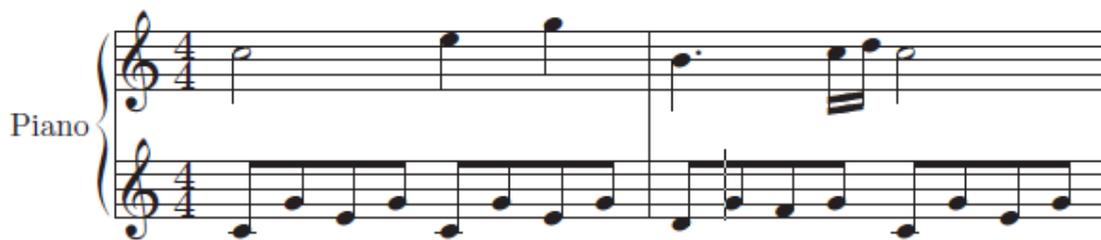


Figura 7 - Resultado da codificação usando MusixTeX

- **GNU-Lilypond:** é um programa da GNU *Software Foundation*, robusto e com vasta documentação disponível na Internet de forma gratuita.

```

\relative c'' {
\time 4/4
\clef treble
\key d \major

cis2 ees fisis, aeses
}

```

Figura 8 - Codificação usando GNU-Lilypond



Figura 9 - Resultado da codificação usando GNU-Lilypond

- **MusicXML:** é um formato de arquivo de notação musical aberto, baseado na linguagem XML. A maioria dos editores de partitura possuem a opção de exportar

para formato MusicXML de forma a interoperar os mais diversos editores.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE score-partwise PUBLIC
<score-partwise version="2.0">
  <part-list>
    <score-part id="P1">
      <part-name>Music</part-name>
    </score-part>
  </part-list>
  <part id="P1">
    <measure number="1">
      <attributes>
        <divisions>1</divisions>
        <key>
          <fifths>0</fifths>
        </key>
        <time>
          <beats>4</beats>
          <beat-type>4</beat-type>
        </time>
        <clef>
          <sign>G</sign>
          <line>2</line>
        </clef>
      </attributes>
      <note>
        <pitch>
          <step>C</step>
          <octave>4</octave>
        </pitch>
        <duration>4</duration>
        <type>whole</type>
      </note>
    </measure>
  </part>
</score-partwise>
```

Figura 10 - Codificação usando MusicXML



Figura 11 - Resultado da codificação usando MusicXML

3.2.1 - Tipos de *Software* Musical

A literatura faz referência a seis (6) tipos diferentes de *software* musicais, usados tanto profissionalmente quanto para ensinar e aprender música (Miletto et al., 2004a):

- ***Software* para acompanhamento:** Produz acompanhamento automático e ritmos em tempo real, possibilitando ao usuário realizar composições e arranjos.
- ***Software* para edição de partituras:** Permite a edição e impressão de partituras, possibilitando a inclusão de notas tanto usando o mouse como diretamente de uma execução de um instrumento MIDI.
- ***Software* para gravação de áudio:** Permite gravação de múltiplas e simultâneas

trilhas de áudio e possibilita editar algumas características do som, equalização, afinação, compressão de tempo, entre outros.

- **Software para instrução musical:** São programas direcionados para o estudo de teoria e percepção musical, ou para o auxílio ao aprendizado de algum instrumento musical.
- **Software para sequenciamento musical:** Permite gravação, execução e edição de músicas tipicamente no formato MIDI.
- **Software para síntese sonora:** Esses programas geram sons (timbres) a partir de amostras sonoras armazenadas ou por algum processo de síntese digital, possibilitando ao aluno criar seus próprios instrumentos, desenvolvendo sua habilidade de pesquisar e experimentar novos sons.

3.3 - Educação Musical auxiliada por Computador

Segundo De Jesus et al. (2007) "a qualidade do ambiente musical vivenciado na infância está intimamente relacionada com a aptidão musical de um indivíduo e que crianças auditivamente pouco estimuladas provavelmente não desenvolverão com plenitude seu potencial musical".

De acordo com De Jesus et al. (2007) "o desenvolvimento da percepção auditiva é um dos pilares da construção do conhecimento musical". O estudo de percepção musical está diretamente ligado ao desenvolvimento da inteligência musical, influenciando positiva ou negativamente na formação do músico. Existem diversos estudos para o seu desenvolvimento: treino de solfejo, ditado rítmico, ditado melódico, ditado rítmico-melódico, teoria, harmonia, entre outros.

Segundo Miletto et al. (2004a) a utilização de computadores na educação, em particular na Educação Musical tem duas premissas:

- Os programas de computador devem ser vistos como mais uma possibilidade para auxiliar o professor na prática do ensino e não para substituir o mesmo;
- O professor deve decidir quais as formas mais adequadas de utilização de ferramentas computacionais de forma a enriquecer o ambiente de aprendizagem.

De acordo com Miletto et al. (2004a) pode ser observado três níveis de utilização de software na educação musical:

- O uso de software musical em geral (editores de partituras, sequenciadores, entre outros), como ferramenta para educação, apesar de não ter sido criado especificamente

para este propósito;

- O uso de software especificamente educativo-musical (treinamento auditivo, tutores teórico-musicais, entre outros), criado objetivamente para educação musical;
- A programação sônica, que permite aos músicos a criação de seu próprio software, adaptado e adequado a uma estratégia de ensino particular ou para situações de ensino específicas que envolvam programação de computadores (como por exemplo, ensino de composição eletroacústica).

3.4 - Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados trabalhos acadêmicos brasileiros que resultaram no desenvolvimento de *software* de educação musical com o propósito de auxiliar os estudantes de música e os principais aplicativos disponíveis no mercado.

- **STR (Sistema de Treinamento Rítmico):**

Kruger et al. (2001) relata que o STR (Sistema de Treinamento Rítmico) foi implementado utilizando-se o ToolBook II Instructor. É formado por quatro módulos: ditado rítmico, recursos rítmicos, composição rítmica e repertório rítmico. Seu planejamento incluiu a análise do conteúdo programático da disciplina de teoria musical da Escola de Música e Belas Artes do Paraná, a fim de relacionar o *software* a uma etapa específica do desenvolvimento musical.

Ainda de acordo com Kruger et al. (2001) os conteúdos foram elaborados objetivando estudantes acima de 12 anos de idade e possuidores de conhecimentos teórico-musical, especialmente na área de notação musical. O *software* não é auto-instrutivo, sendo sugerida orientação constante do professor.

- **SETMUS:**

O Sistema SETMUS é um *software* de educação musical, que usa o computador, direcionado especificamente ao ensino de escalas e arpejos. De acordo com Fritsch & Viccari (1995), o sistema surgiu da necessidade de auxiliar os alunos nas dificuldades encontradas na aprendizagem de escalas e arpejos.

Ele apresenta uma interface simples e com boa visibilidade, além de que possui um manual de ajuda *on-line* com uma breve demonstração de como utilizar o software. (Fritsch & Viccari, 1995).

- **STI (Sistema de Treinamento de Intervalos):**

O STI é um *software* de educação musical, que usa o computador. Ele é direcionado ao ensino de percepção musical, mais especificamente para aprendizagem dos intervalos musicais.

Um ponto positivo é o fato do STI guardar um histórico do usuário sobre desempenho da interação com o software, além de ter disponibilizado um manual de ajuda *on-line* explicando passo-a-passo com utilizar o *software* e um texto explicativo sobre o conteúdo a ser estudado (Flores, 2000).

3.4.1 - Principais Aplicativos de Educação Musical

- **Earmaster:**

O EarMaster é um *software desktop* que permite treinar tanto a percepção quanto a teoria musical e possui inúmeras funcionalidades, possibilitando o treino desde nível iniciante até nível avançado. Ele está disponível para sistemas operacionais Windows e Mac OS (Earmaster, 2011).

Possui cálculos estatísticos para medir a evolução do usuário e sua interface gráfica é bem intuitiva e estimulante.

A desvantagem é que para obter a licença de uso é necessário pagar um valor e ele deve ser instalado no computador para uso, perdendo nos quesitos de portabilidade e disponibilidade.

- **Sibelius Auralia:**

O Auralia é um *software desktop* para treino tanto de percepção quanto de teoria musical (Auralia, 2011). Em termos de funcionalidades é similar ao EarMaster e possui versões para sistemas operacionais Windows e Mac OS.

Uma característica interessante é o fato do usuário poder realizar as tarefas clicando na resposta correta, através de um teclado MIDI ou pelo microfone de seu computador, apresentando flexibilidade quanto à personalização das atividades e possui sistema de estatísticas visando mensurar a evolução do estudante.

Sua interface gráfica é de fácil entendimento e estimulante, apresentando apenas os componentes necessários por tela, obtendo boa visibilidade. O padrão MIDI é utilizado como biblioteca de áudio e a grande desvantagem é que para poder utilizá-lo é necessário obter uma licença de uso tendo que pagar um valor que não é barato e necessita de instalação no computador para funcionar.

- **GNU-Solfege:**

O Solfege é um *software* livre que treina tanto a percepção quanto a teoria musical, é distribuído gratuitamente e oferece vários tipos de exercícios (GNU-Solfege, 2011).

Sua interface é simples, não apresentando nenhum atrativo extra, porém, é de fácil aprendizado. Há versões para Linux, Mac OS e Windows e possui uma vasta comunidade espalhada por vários países que contribuem com a manutenção e desenvolvimento do *software*.

A desvantagem fica por conta de necessitar instalação no computador para poder funcionar.

- **Big Ears:**

O Big Ears é uma ferramenta *web* gratuita com o principal objetivo de treinar o ouvido através de testes para identificação de intervalos (BigEars, 2011). Ela oferece poucas funcionalidades e a inteligibilidade da interface é de difícil compreensão.

Um ponto crítico é que ela apresenta algumas inconsistências quanto a algumas funcionalidades básicas, além de que somente está disponível na língua inglesa.

A principal vantagem é a disponibilidade, podendo ser acessada a qualquer hora de qualquer lugar, bastando para isso possuir conexão com a Internet.

- **Learn2hear:**

O Learn2hear é uma ferramenta *web* gratuita (Learn2Hear, 2011). Ela possui algumas funcionalidades mais complexas, como cálculos estatísticos que calcula os acertos e erros, fornecendo *feedback* ao usuário, no entanto, apresenta apenas treino de percepção.

A aplicação oferece uma gama de exercícios, dentre eles estão: identificação de vários tipos de intervalos, de escalas, de melodias e de harmonias.

A principal vantagem é a interface, que apresenta boa visibilidade e a principal desvantagem é o longo tempo que a ferramenta precisa para poder gerar um novo teste, além de estar disponível somente na língua inglesa.

- **Good-ear:**

O Good-ear é uma ferramenta *web* gratuita que treina apenas percepção musical (Good-Ear, 2011). Sua interface gráfica é pouco intuitiva, desestimulando seu uso, além de estar disponível somente em língua inglesa.

3.4.2 - Comparação com SiAEM

O SiAEM se enquadra em software para instrução musical. Nesta linha, os principais aplicativos disponíveis no mercado têm custo elevado para aquisição de licenças e dependem da instalação local, ou seja, no computador do usuário, o que inibe seu uso para as pessoas de baixo nível sócio-econômico. Visando comparar estes aplicativos com o sistema desenvolvido neste trabalho, o Quadro 2 exibe uma lista de funcionalidades que existem no SiAEM e que foram escolhidas para serem os parâmetros da comparação.

Quadro 2 - Comparativo entre aplicativos de educação musical

Funcionalidade	Earmaster	Sibelius Auralia	GNU-Solfege	SiAEM	Big ears	Learn2hear	Good-ear
Treino de percepção auditiva	X	X	X	X	X	X	X
Treino de escrita musical	X	X	X	X			
Geração de partitura aleatória				X			
Elaboração de prova				X			
Treino de ditado rítmico-melódico	X	X	X	X			
Gratuito			X	X	X	X	X
Funciona na Web				X	X	X	X
Disponível em língua portuguesa	X		X	X			

3.5 - Interface de software adequada ao público alvo:

Os usuários de *software* educacional têm necessidades distintas de usuários tradicionais. De acordo com Winckler et al. (2000) as interfaces devem ser estimulantes e ter bom aspecto visual para conseguir chamar e prender a atenção, devendo ainda ter uma

linguagem compreensível e acessível aos diversos tipos de necessidades de aprendizado, sendo coerente com o domínio do conhecimento abordado.

Segundo Winckler et al. (2000) “a fácil interação é também um requisito importante, porque o aluno deve utilizar a interface para aprender algo novo e não simplesmente aprender a usar a interface”.

Esta fácil interação pode ser descrita através do conceito de usabilidade, que se refere à simplicidade e facilidade na interação do usuário com um software de computador. A usabilidade está relacionada aos estudos de Ergonomia e Interação Humano-Computador.

O desenvolvimento dos estudos da Ergonomia de Interfaces busca tornar a interface do usuário de sistemas interativos mais útil e adequada ao trabalho. A usabilidade se aplica a todos os aspectos de um sistema nos quais o homem interage, desde o momento de sua instalação, incluindo-se os procedimentos de manutenção do mesmo, sendo importante perceber que não é uma propriedade simples e unidimensional de uma interface de usuário.

Com o uso das tecnologias na educação, a Ergonomia de Interfaces passa a ser peça fundamental para a construção de ferramentas tecnológicas que auxiliem no processo educativo. Por isso é importante que se compreenda os pressupostos ergonômicos, mas é fundamental também, para o sucesso de uma ferramenta com objetivos educacionais, que se associe técnicas ergonômicas a pressupostos pedagógicos que fundamentem o uso de tal ferramenta para que a mesma não se torne mais um aparato tecnológico sem reais contribuições para a educação (Nielsen, 1993).

Segundo Moraes (2006) as incompatibilidades da interação homem-computador que propiciam erros durante a operação dos sistemas informatizados e implicam dificuldades para o usuário devem-se ao desconhecimento, por parte do projetista do "*software*" da tarefa, do modo operatório e da estratégia de resolução de problemas do componente humano do sistema homem-máquina.

De acordo com ISO 9241 (2011) a usabilidade é a medida pela qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.

Alguns fatores envolvidos na usabilidade são:

- Facilidade de aprendizado do sistema: tempo mais esforço do usuário para atingir determinado nível de desempenho;
- Facilidade de uso: avalia o esforço físico e cognitivo durante a interação;
- Satisfação do usuário: avalia se o usuário gosta e sente prazer em trabalhar com o

sistema;

- Eficiência: menos trabalho e mais resultado;
- Flexibilidade: Avalia se é possível acrescentar e modificar funções do ambiente inicial do sistema;
- Produtividade: Avalia se o usuário é mais produtivo do que seria se não utilizasse o sistema.

Segundo Nielsen & Loranger (2000), o termo usabilidade é usado para medir a qualidade das interfaces. Está relacionada com a facilidade do aprendizado, eficiência, memorização, tolerância a erros e a satisfação do usuário.

A avaliação da usabilidade tem por objetivos gerais autenticar a eficácia da interação humano-computador perante a realização de tarefas por parte dos usuários, examinar a eficiência desta interação em vista dos recursos empregados (tempo, quantidade de incidentes, passos desnecessários, busca de ajuda, entre outros) e conseguir indícios de satisfação ou insatisfação.

De acordo com Cybis (2003), os objetivos de uma avaliação de usabilidade podem ser descritos como: examinar, observar e registrar problemas de usabilidade durante uma interação; calcular métricas objetivas para a eficácia e eficiência do software; diagnosticar os pontos do projeto que poderão atrapalhar no uso; prever dificuldades de uso; prever tempos de execução de tarefas; possuir conhecimento da opinião do usuário e sugerir soluções mais evidentes para esses diagnósticos.

O projeto de avaliação consiste nas seguintes etapas: análise, projeto preliminar, projeto detalhado, implementação, documentação e avaliação. A etapa de análise trabalha com a identificação dos requisitos e com os resultados esperados. Com base na análise, a etapa do projeto preliminar define quais serão as técnicas para aplicar a avaliação. A etapa do projeto detalhado envolve a descrição das técnicas selecionadas na etapa anterior. A implementação é a aplicação da avaliação, o momento de coletar os dados. A documentação envolve a elaboração do relatório de avaliação abrangendo o que foi feito e propostas de melhorias. E a etapa de validação é onde verifica se os objetivos foram efetivamente alcançados.

A avaliação heurística é muito utilizada, no entanto custa caro, pois demanda profissionais altamente qualificados em usabilidade e *design* de interfaces. Há um teste que pode ser feito para mensurar a facilidade da interface que não possui custo, que é o teste de usabilidade com usuários comuns, tendo como objetivo medir o tempo despendido para realizar determinadas tarefas.

No Quadro 3 estão listadas as 10 heurísticas desenvolvidas por Jakob Nielsen com a finalidade de obter uma interface com ótima usabilidade.

Quadro 3 - Dez Heurísticas de Jakob Nielsen ou princípios de usabilidade

Heurísticas	Conceito
Visibilidade do status do sistema	O sistema mantém os usuários sempre informados sobre o que está acontecendo, fornecendo <i>feedback</i> adequado.
Compatibilidade do sistema com o mundo real	O sistema fala a linguagem do usuário, utilizando conceitos familiares, ao invés de termos técnicos
Controle do usuário e liberdade	Permite que os usuários saiam facilmente de lugares inesperados em que se encontram, utilizando "saídas de emergência" bem localizadas.
Consistência e padrões	Evitar que os usuários tenham que pensar se palavras, ícones e outros objetos significam a mesma coisa.
Prevenção de erros	Quando for possível trabalhar com mecanismos de prevenção de erros.
Reconhecimento ao invés de lembrança	Tornar objetos, ações e opções disponíveis.
Flexibilidade e eficiência de uso	Prover mecanismos de aceleração "invisíveis" aos usuários inexperientes, permitindo aos mais experientes executar a mesma tarefa com maior rapidez.
Estética e <i>design</i> minimalista	Evitar o uso de informações irrelevantes ou desnecessárias.
Auxiliar os usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros.	Descrever as situações de erro com linguagem simples e orientar como resolver o erro.
Ajuda e documentação	Disponibiliza informações de ajuda facilmente ligadas a tarefa que está sendo executada.

A interface gráfica do SiAEM foi desenvolvida com base nas boas práticas de ergonomia e usabilidade, tendo como principal norteador as dez heurísticas de Jakob Nielsen.

Capítulo 4 - Apresentação do SiAEM

Este capítulo apresenta a principal contribuição desta dissertação, o SiAEM, o qual foi projetado objetivando contribuir no desenvolvimento da inteligência musical, auxiliar no exame de habilidades para ingresso em cursos técnicos ou superiores, promover a inclusão digital e conseqüentemente a inclusão social, além de incentivar o uso de ferramentas computacionais gratuitas em escolas e universidades públicas. Trata-se de um sistema desenvolvido como uma aplicação distribuída, que está disponível para uso gratuito na *web* no endereço <http://www.labie.ufpa.br>.

4.1 - Descrição do Sistema

O sistema é composto por quatro módulos: Gerador de Partitura, Editor de Provas, Testes de Percepção e Testes de Teoria Musical. Foi desenvolvido utilizando linguagem de programação PHP, banco de dados MySQL, linguagem de programação musical GNU-Lilypond, LaTeX, linguagem HTML e estilo CSS e foi testado com sucesso nos navegadores Mozilla Firefox 10, Internet Explorer 9, Google Chrome 12, Opera 12 e Safari 5.

Os módulos testes de percepção e testes de teoria musical foram desenvolvidos visando contribuir para aprimorar a capacidade de ler e entender partituras musicais e reconhecer sons e ritmos, enquadrando-se desta forma como uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento da inteligência musical.

O SiAEM procura estimular e desafiar o aluno a avançar progressivamente em seus estudos, possibilitando a construção do conhecimento. Procura também quebrar a barreira da distância física (e não somente geográfica) entre o aluno e o conhecimento que ele busca, podendo colaborar na redução da exclusão social e da elitização dos processos envolvidos no ensino/aprendizagem de música.

Para executar o áudio gerado na própria página *web* do sistema, é necessário instalar algum *player* que reproduza arquivos MIDI. Para computadores com sistema operacional Windows ou Macintosh, pode-se efetuar o download e instalação do plugin Quicktime (<http://www.apple.com/quicktime/download/>) e para computadores com sistema operacional Linux, pode-se efetuar o download e instalação do plugin mozplugger (<http://mozplugger.mozdev.org/>).

Na criação da interface musical do SiAEM foram trabalhados três pontos, sendo eles:

- Produção/geração de sons (notas musicais) com qualidade pelo hardware do sistema projetado, considerando ainda a possibilidade de oferecer ao usuário o controle de aspectos do som como o timbre.
- Produção/geração de signos musicais, ou seja, a representação visual da informação musical (pautas, claves, notas, cifras, entre outros).
- Controle da emissão de sons (ritmo e temporização)

O SiAEM não visa substituir o educador musical, pelo contrário, um dos propósitos é aumentar a sua produtividade e auxiliá-lo no ensino de seus alunos, além de estimular mais pessoas a aprenderem a arte da música. A Figura 12 apresenta o mapa de navegação do site e a Figura 13 apresenta a página de abertura do sistema. As seções que seguem apresentam breve descrição dos seus módulos e são apresentadas imagens do sistema no nível iniciante para melhor visualização e entendimento.

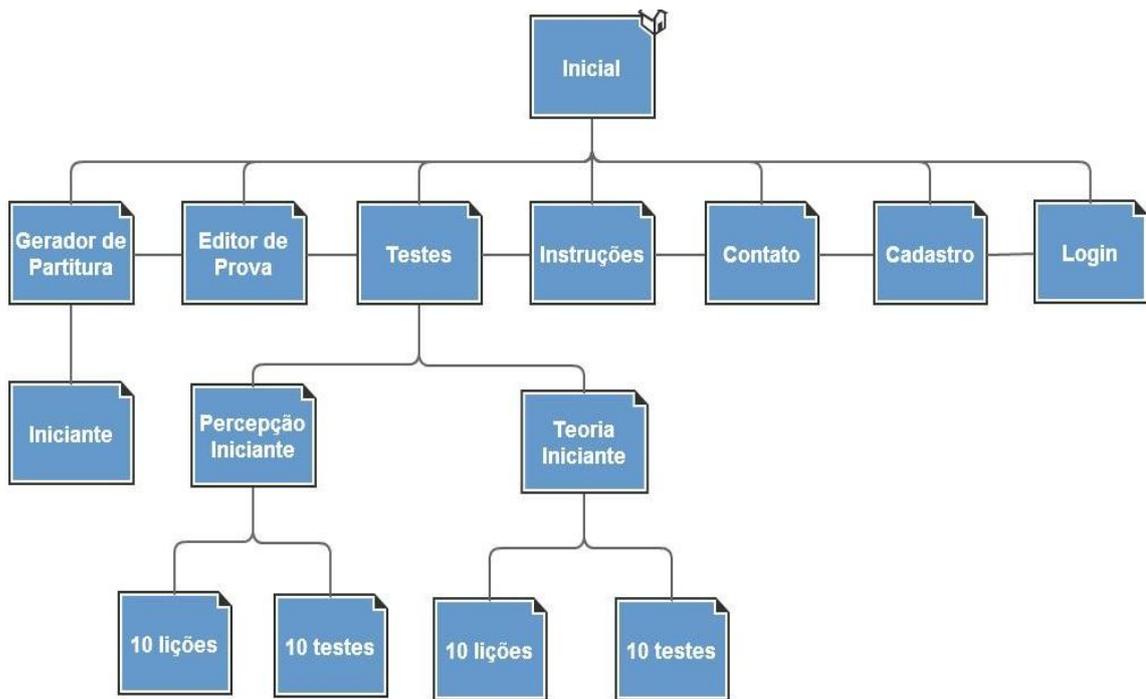


Figura 12 - Mapa de Navegação do site



Figura 13 - Página inicial do SiAEM

4.2 - Módulo Gerador de Partitura

Este módulo tem a função de agilizar o trabalho do docente na elaboração de partituras para provas de teoria musical, ditados rítmicos e melódicos, sendo customizável de acordo com a necessidade da dificuldade e critérios musicais desejados.

O gerador de partitura pode ser usado também pelos discentes com a possibilidade de treinar ditado rítmico, melódico e solfejo, visto que, a partitura é gerada em formato de imagem, em PDF (*Portable Document Format*) e em áudio, possibilitando a verificação e correção. A Figura 14 apresenta a situação de escolha dos parâmetros para gerar uma partitura no nível iniciante e a Figura 15 contém a resposta do sistema, destacando-se a possibilidade de ouvir e/ou salvar para o computador o que foi gerado. A Figura 16 apresenta a impressão de uma partitura gerada automaticamente pelo SiAEM.

Gerador de Partitura

Nível Iniciante

Tonalidade:	Dó Maior - C
Clave:	Sol
Métrica de Compasso:	3/4
Compassos:	4
Instrumento:	Piano
Andamento:	40

Gerar

Figura 14 - Opções do Gerador de Partituras do SiAEM

Gerador de Partitura

Nível Iniciante

Tonalidade:	Mi Maior - E
Clave:	Sol
Métrica de Compasso:	4/4
Compassos:	10
Instrumento:	Piano
Andamento:	80
Ouvir:	Clique aqui para ouvir.
Partitura:	Clique aqui para visualizar. PDF 

Gerar

Figura 15 - Após a geração da partitura



Figura 16 - Partitura gerada

Na Figura 17 é exibido um diagrama de casos de uso da UML 2.0, mostrando as opções disponíveis ao usuário após gerar a partitura e as funcionalidades do módulo.

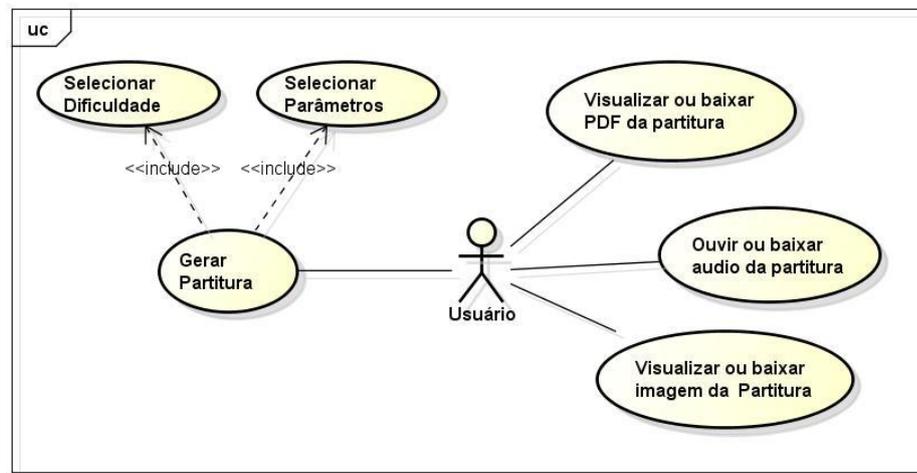


Figura 17 - Diagrama de Casos de Uso

De modo a fornecer uma visão comportamental do módulo, é apresentado o diagrama de sequência da UML 2.0. O fluxo representado no diagrama da Figura 18 se inicia quando o usuário seleciona o nível de dificuldade desejado, já visando a continuação do desenvolvimento do sistema. De acordo com a opção escolhida é exibida uma série de parâmetros a serem preenchidos abordando as intenções do usuário. Após o preenchimento, o usuário pressiona o botão gerar partitura, o qual ativa o processamento interno dos algoritmos de geração randômica de acordo com os parâmetros escolhidos, retornando como resultado uma página com as opções da partitura em formato de imagem, PDF e em MIDI, permitindo em qualquer uma das opções a possibilidade de visualizar ou ouvir e a de realizar o download.

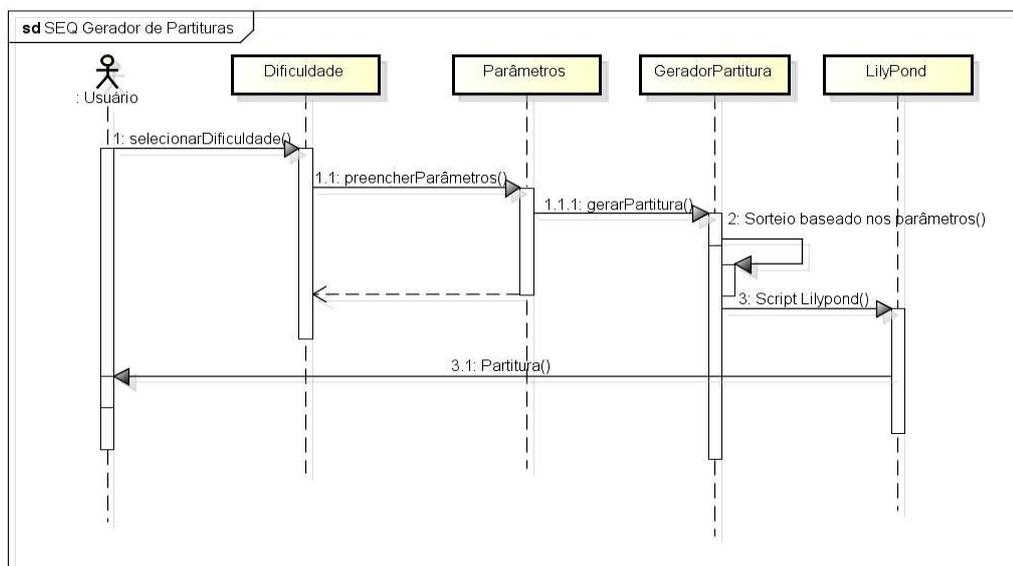


Figura 18 -Diagrama de Sequência

4.3 - Módulo Editor de Prova

Este módulo tem a função de facilitar a elaboração de provas de música. A interface consiste de um campo para digitação da pergunta, outro para indicar a quantidade de linhas reservadas para a resposta e um terceiro para inserção de um arquivo do tipo imagem, que pode ser a imagem da partitura gerada no módulo gerador de partitura.

Apesar do Editor de Prova do SiAEM ter a função de auxiliar na elaboração de provas de música, ele também pode ser usado para a elaboração de provas em outras áreas do conhecimento humano, visto que o editor permite a inserção de qualquer imagem, não se limitando apenas a partituras. As Figuras 19 e 20 apresentam um exemplo de elaboração de uma prova de música. Na Figura 19 se mostra como inserir uma pergunta e a Figura 20 mostra o exemplo de uma partitura que pode estar associada à determinada questão de prova.

Digite a pergunta:	Com base no fragmento abaixo, do compositor alemão J. S. Bach (1685-1750), no quarto compasso, há uma modulação para o tom vizinho relativo da dominante. Que tom é esse?
Quantas linhas serão reservadas para a resposta?	<input type="text" value="5"/>
Enviar partitura:	<input type="button" value="Escolher arquivo"/> bach.jpg
<input type="button" value="Adicionar Pergunta"/>	

Pergunta	Linhas	Partitura
A música e o cotidiano no contexto escolar é tema de pesquisas e discussões na contemporaneidade. Considerando os conceitos de ensino e aprendizagem em Música, explique de que forma o cotidiano é compreendido como perspectiva para a aprendizagem nas aulas de Música.	5	
Com a aprovação da Lei 11.769 (em 18/08/2008), a música tornou-se obrigatória na escola. Considerando os dispositivos dessa Lei em vigor, faça um histórico sobre os avanços da ArteMúsica como componente curricular articulado com as Leis 5.692/71 e a Lei 9.394/96.	5	
No trecho musical abaixo, assinale, com um círculo, onde há síncope regular.	0	

Figura 19 - Exemplo do Editor de Prova do SiAEM



Figura 20 - Exemplo da partitura inserida na prova

4.3.1 - Uso de LaTeX no módulo Editor de Prova

O LaTeX é um programa de código fonte aberto criado para a preparação de textos impressos de alta qualidade, especialmente para textos matemáticos. Segundo Andrade (2000) o LaTeX é um conjunto de comandos adicionais (macros) para o TeX. Um documento em LaTeX é formado pelo texto propriamente dito somado a mais alguns comandos. Esses comandos definem o tipo de letra, a formatação de texto, os símbolos especiais, dentre outros.

Ao contrário de programas como Microsoft Word, o texto em LaTeX não é digitado na tela na forma como vai ser impresso. Para a criação de um texto em LaTeX é necessário um editor de textos qualquer que crie um arquivo-texto com extensão TEX. Esse arquivo texto é posteriormente “compilado” em um arquivo binário de extensão DVI para poder ser impresso ou visualizado na tela. Esse arquivo DVI pode ainda ser convertido em um outro arquivo no formato *Post Script* (PS) ou *Portable Document Format* (PDF). A conversão TEX para PDF também pode ser realizada utilizando-se diretamente o comando PDFLaTeX ou pode instalar o PDFTeX (<http://www.icewalkers.com/Linux/Software/533290/PdfTeX.html>).

Na figura 21 é exibido um diagrama de casos de uso da UML 2.0, mostrando as opções disponíveis ao usuário após adicionar a primeira pergunta e as funcionalidades do módulo.

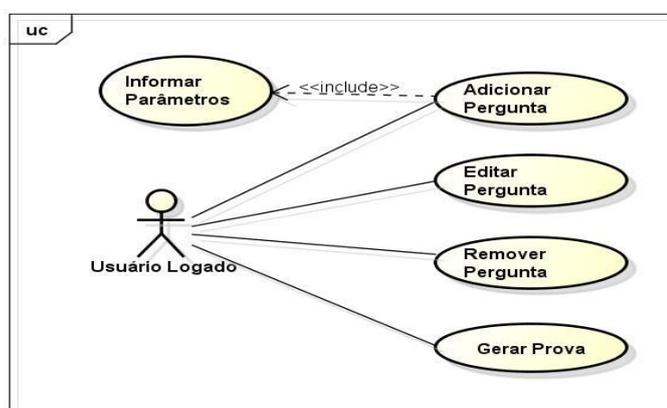


Figura 21 - Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de sequência da UML 2.0 fornece uma visão comportamental do módulo. Conforme demonstrado na Figura 22, uma restrição do módulo é a necessidade de efetuar *login* no sistema pelo usuário para que este obtenha acesso ao editor de prova. O fluxo se inicia quando o usuário informa a pergunta, sendo esta complementada com o número de linhas que deseja para a resposta. Opcionalmente, dispõe do recurso de adição de uma imagem quando julgar necessário, podendo esta ser obtida também através do módulo gerador de partitura. Após a adição da pergunta, o usuário pode repetir o processo para inserir novas

perguntas ou até mesmo editá-las ou removê-las. Ao pressionar o botão Gerar Prova os algoritmos internos escritos em PHP são ativados e os parâmetros são convertidos para LaTeX, o qual realiza o processamento das *tags* e finaliza com o programa PDFLaTeX, gerando como resultado uma página para o usuário contendo as opções de visualizar ou realizar *download* da prova em PDF. Também é possível salvar os parâmetros no banco de dados, podendo posteriormente voltar a utilizar a mesma prova ou editá-la caso deseje.

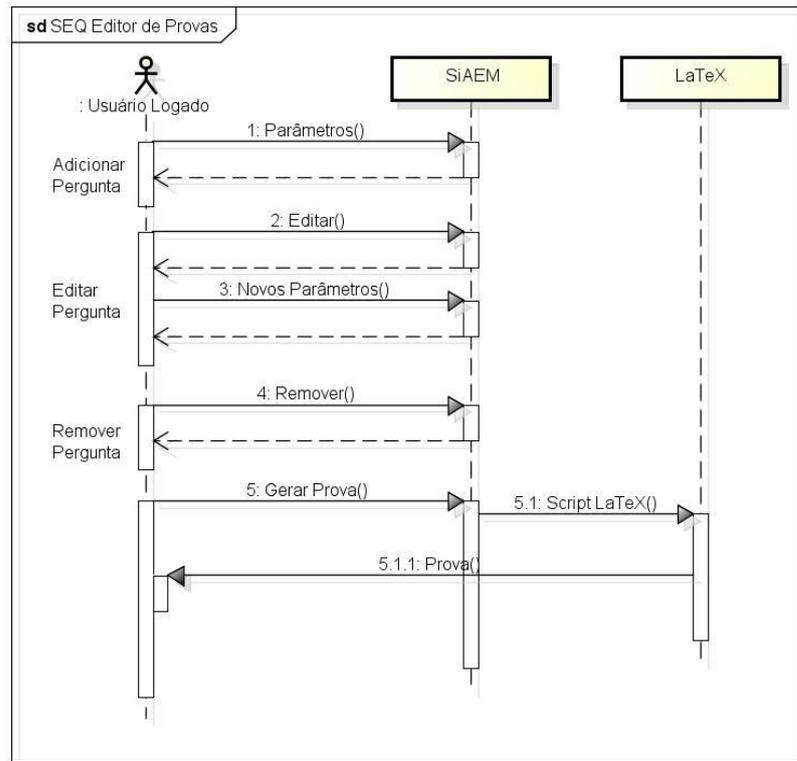


Figura 22 - Diagrama de Sequência

4.4 - Módulo Testes de Percepção

Este módulo tem a função de iniciar e auxiliar a aprendizagem de alunos de música treinando a percepção auditiva, que é um dos itens de maior dificuldade entre todos os outros aprendidos na área de música. A Figura 23 mostra todas as lições e os testes de percepção musical do nível iniciante. A Figura 24 apresenta a lição referente ao teste de intervalos ascendentes e a Figura 25 exhibe o teste de comparação de intervalos ascendentes. Neste teste o aluno primeiramente escuta a execução dos dois intervalos, clicando ou no botão “Ouvir” ou no *play* do *Quicktime*. Em seguida ele escolhe uma das opções apresentadas e clica no botão “Resultado”. Como resposta o sistema informa o erro ou acerto do estudante.

- **Nível Iniciante:** Para cada teste há uma lição correspondente com o conhecimento necessário. É altamente recomendado acessar a lição antes de realizar o teste.

Lições	Testes
• Altura do Som	• Altura do Som
• Duração do Som	• Duração do Som
• Intensidade do Som	• Intensidade do Som
• Timbres	• Timbres
• Identificação de Nota	• Identificação de Nota
• Identificação da Figura Rítmica	• Identificação da Figura Rítmica
• Identificação de Compasso	• Identificação de Compasso
• Intervalos Ascendentes	• Intervalos Ascendentes
• Intervalos Descendentes	• Intervalos Descendentes
• Valor do Intervalo	• Valor do Intervalo

[Voltar](#) <

Figura 23 - Lições e testes de percepção musical do nível iniciante

☰ [Lição Intervalos Ascendentes](#)

A Intervalo é a distância entre um som e seu sucessor. No sistema ocidental esse intervalo é medido por semi-tons e tons, onde um tom equivale a 2 semi-tons. Feita uma análise na escala de Dó Maior pode-se perceber que entre as notas há um tom de intervalo, com exceção dos intervalos da nota Mi para o Fá e da nota Si para o Dó.

Dó Ré Mi Fá Sol Lá Si Dó
T T ST T T T ST

Figura 1 - Intervalo entre as notas

O intervalo ascendente é aquele em que o primeiro som tocado é mais grave que o segundo, similar a subida de uma escada.

[Voltar](#) <

> [Pratique](#)

Figura 24 - Exemplo de lição de um teste de percepção do nível iniciante

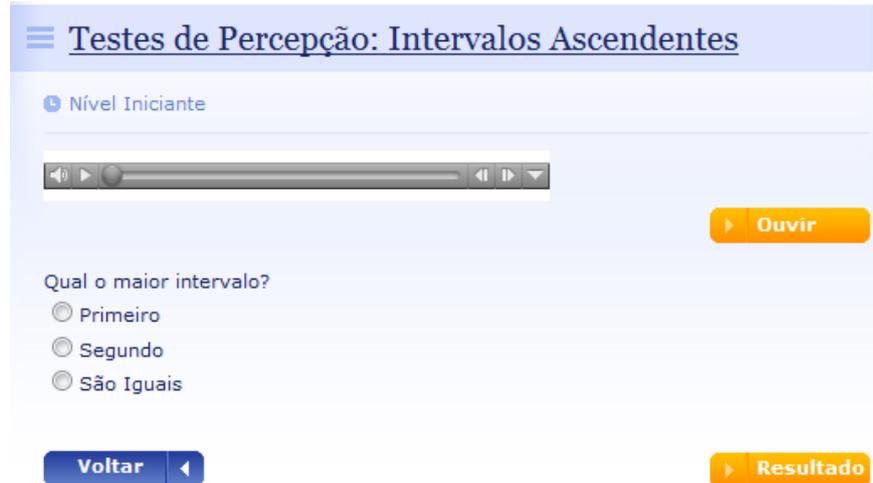


Figura 25 - Exemplo de um teste de percepção do nível iniciante

4.5 - Módulo Testes de Teoria Musical

Este módulo tem a função de iniciar e auxiliar a aprendizagem da teoria musical. A Figura 26 mostra as lições disponíveis e os testes de teoria musical do nível iniciante. A Figura 27 apresenta a lição referente ao teste de identificação da figura rítmica e a Figura 28 apresenta o teste propriamente dito. Neste teste o aluno deve selecionar uma opção e clicar no botão resultado para verificar a resposta.

- **Nível Iniciante:** Para cada teste há uma lição correspondente com o conhecimento necessário. É altamente recomendado acessar a lição antes de realizar o teste.

Lições	Testes
• Altura da Nota	• Altura da Nota
• Identificação da Nota	• Identificação da Nota
• Identificação da Figura Rítmica	• Identificação da Figura Rítmica
• Duração da Nota	• Duração da Nota
• Identificação da Pausa	• Identificação da Pausa
• Identificação do Compasso	• Identificação do Compasso
• Identificação das Unidades do Compasso	• Identificação das Unidades do Compasso
• Comparação dos Intervalos	• Comparação dos Intervalos
• Identificação de Intervalo	• Identificação de Intervalo
• Identificação do Grau	• Identificação do Grau

[Voltar](#) <

Figura 26 - Lições e testes de teoria musical do nível iniciante

Lição Identificação da Figura Rítmica

L

Cada nota representada na partitura possui um valor de duração, esse valor é representado por uma figura rítmica e essa figura rítmica pode ter cabeça, haste e colchete; somente cabeça e haste ou apenas cabeça. Na Figura 1 temos uma figura com cabeça, haste e colchete e seu nome é Colcheia.

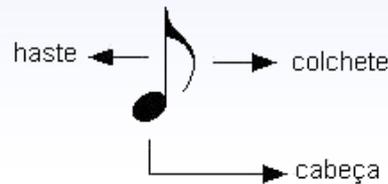


Figura 1 - Elementos de uma Figura Rítmica

Na Figura 2 é apresentado um quadro com o nome das figuras, a representação gráfica e seus valores.

Nomes da figuras das notas musicais	Figuras das notas musicais	Representação do valor das notas musicais.	Valor relativo das notas musicais
Semibreve			1
Mínima			2
Seminima			4
Colcheia			8
Semicolcheia			16
Fusa			32
Semifusa			64

Figura 2 - Figuras Rítmicas e seus valores

Voltar



Pratique

Figura 27 - Exemplo de lição de um teste de teoria do nível iniciante

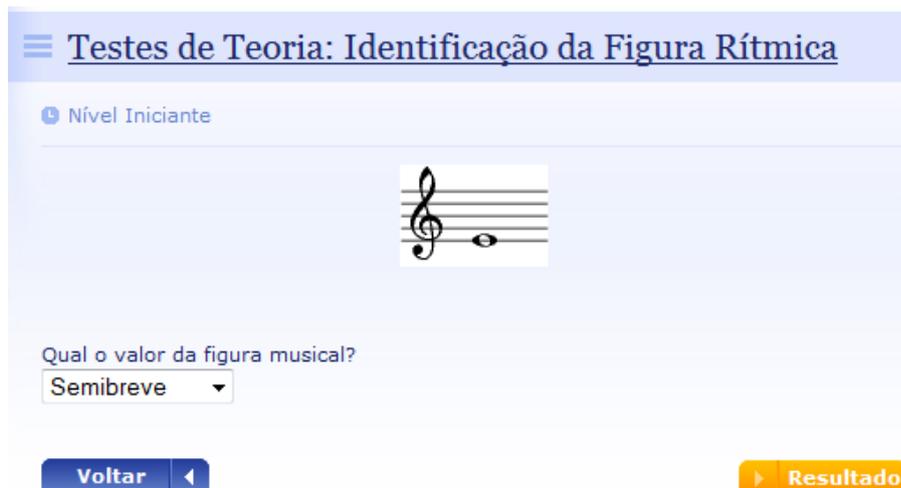


Figura 28 - Exemplo de um teste de teoria do nível iniciante

Após o sistema ter sido desenvolvido foi realizada uma avaliação cujo público alvo eram estudantes iniciantes que não possuíam conhecimentos profundos na área de música com o objetivo de mensurar a utilidade do sistema no dia-a-dia, a facilidade de interação, a adequabilidade do conteúdo musical de acordo com o nível de conhecimentos e o índice de aceitabilidade da interação dos usuários com a interface gráfica do sistema.

Capítulo 5 - Resultados da Avaliação do SiAEM

Segundo Kruger et al. (2001) a avaliação sistemática de *software* de educação musical é de grande relevância. Devendo-se valorizar nessa avaliação não apenas os atributos técnicos, mas também as características pedagógicas musicais e o contexto sócio-cultural e educacional do software. Ainda segundo Kruger et al. (2001), essa avaliação pode ser relacionada a uma pesquisa descritiva e utilizar instrumentos de coleta de dados como: questionários de atitude, coleta e comparação da performance do estudante em relação aos objetivos das lições, e a tabulação formal dos sumários da performance por objetivos dos estudantes ou da classe.

Este capítulo apresenta como se deu a avaliação do SiAEM, bem como os resultados obtidos, fazendo uso de gráficos e tabelas para melhor visualização e a análise dos resultados.

5.1 - Metodologia

Para avaliação pedagógica do software foi realizada uma pesquisa descritiva, de corte transversal, ou seja, caracterizada pela coleta de dados pontual de uma amostra da população de interesse, na expectativa de que os indivíduos examinados propiciem informação relevante e que essas informações possam ser representativas de toda a população de interesse.

A amostra populacional foi obtida conforme descrito no item 5.2 e foi submetida a um questionário de perguntas diretas sobre seu perfil sócio-econômico e conhecimentos prévios em teoria musical. Parte dessa amostra foi submetida a um teste de usabilidade do software SiAEM utilizando como principal parâmetro de análise o tempo de execução de 5 tarefas básicas durante o uso do SiAEM.

5.2 - Amostra

A amostra populacional foi selecionada utilizando-se técnicas de amostragem não probabilística. A população escolhida foi a de alunos inscritos nas oficinas de música da Escola de Música da UFPA. Utilizou-se como critério de inclusão na amostra inicial apenas a concordância em participar da pesquisa no momento da inscrição na oficina. Pelo fato de o software não ter faixa etária específica de interesse, não utilizou-se a idade como critério de exclusão na amostra inicial.

As inscrições nas oficinas ocorreram no período de 19 a 20 de setembro de 2011. Sendo registradas 200 inscrições no período. Desse total, 70 pessoas preencheram o termo de

consentimento em participar da pesquisa. Essa amostra inicial foi então submetida a um questionário sócio-econômico e a um teste de nivelamento sobre conhecimentos prévios em teoria musical, todavia, apenas 50 pessoas preencheram de forma adequada os questionários supracitados, sendo os outros 20 excluídos da amostra.

Pelo fato de o *software* trazer lições e testes de nível iniciante, dessa amostra de 50 alunos, foram excluídos 20 alunos que demonstraram já possuir conhecimentos mais avançados em teoria musical. Em decorrência de limitações logísticas, dentre os 30 alunos restantes, foram selecionados, aleatoriamente, 14 alunos, os quais foram divididos em dois grupos de 7 participantes. O primeiro grupo foi submetido a uma aula introdutória de teoria musical com duração de uma hora e após isso foram encaminhados ao laboratório para utilização do sistema, com preenchimento de questionário de satisfação ao final.

O segundo grupo foi encaminhado para o laboratório de informática, onde fizeram um teste de usabilidade da ferramenta SiAEM e ao final preencheram um questionário sobre a usabilidade do sistema.

A Figura 29 apresenta o fluxograma de seleção da amostra populacional incluída na pesquisa descritiva.

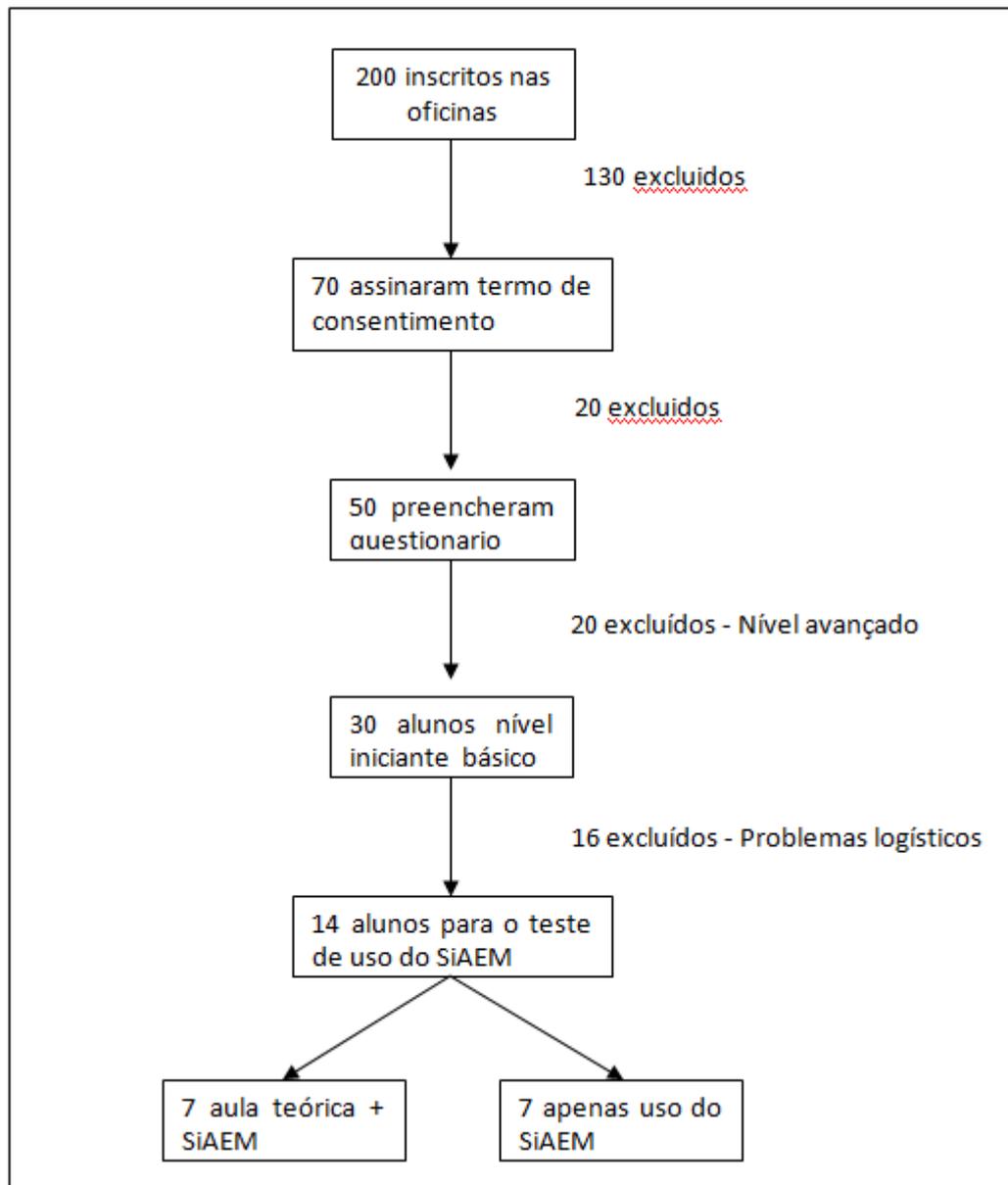


Figura 29 - Fluxograma de seleção da amostra populacional incluída na pesquisa descritiva.

5.3 - Instrumentos de Coleta de dados

Foram utilizados dois questionários de coleta de dados. O primeiro é composto por perguntas diretas sobre o nível sócio-econômico do pesquisado e conhecimentos em teoria musical. O segundo é composto por perguntas diretas cujas respostas consistiram em uma escala de graduação “concordo/discordo”, que “explicitamente rotula uma categoria e transfere o gradiente (taxa de variação de uma grandeza física) em termos de concordância versus discordância, conforme modelo utilizado por Kruger et al. (2001). Em cada questão, os estudantes assinalaram o grau que representou sua avaliação do SiAEM em termos de “discordo totalmente”, “discordo parcialmente”, “não concordo nem discordo”, “concordo

parcialmente”, e “concordo totalmente”. Este tipo de resposta foi considerado pertinente à pesquisa por ressaltar as respostas extremamente positivas, negativas e irrelevantes em relação ao software. Os questionários podem ser visualizados no apêndice A.

5.4 - Resultados e Discussão

5.4.1 - Questionário sócio-econômico e de conhecimentos musicais

Foram efetuadas análises quantitativas das respostas do questionário de perguntas diretas, obtendo-se os dados descritos abaixo.

No que diz respeito a idade, a população submetida ao questionário encontrava-se em sua maioria (64%) na faixa etária entre 14 e 23 anos. Evidenciando que a maior procura pelo ensino de música ainda é do público jovem.

Quanto ao gênero, observou-se grande predominância do sexo masculino (73%) dentre os que aceitaram participar da pesquisa. Os participantes estavam distribuídos de forma proporcional entre ensino médio completo (37%), ensino médio incompleto (27%) e superior incompleto (33%), conforme pode ser visto na Figura 30.

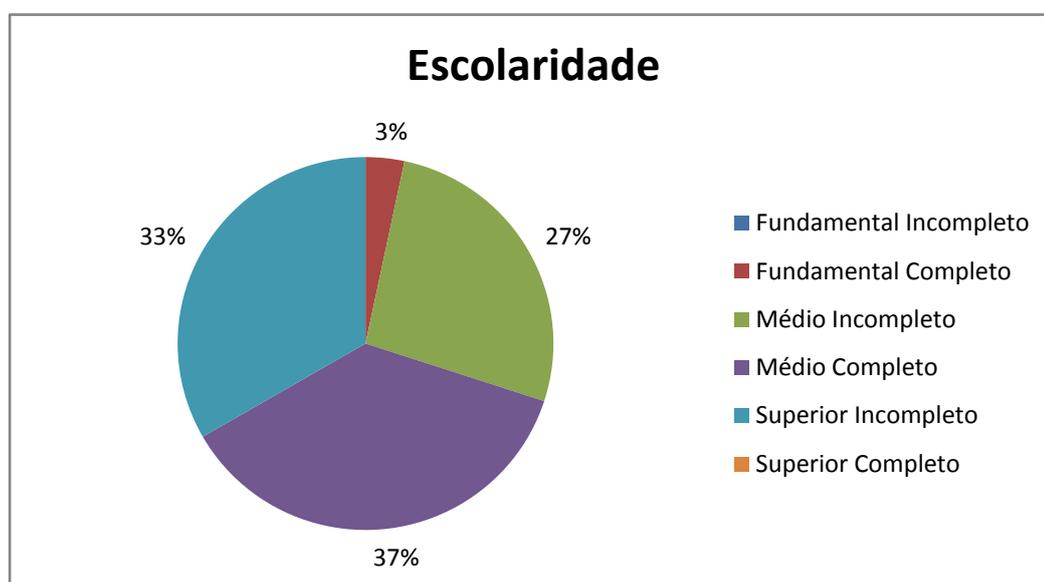


Figura 30 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por escolaridade

A maioria dos participantes não realizava nenhum tipo de atividade remunerada (63%). Cerca de 83% dos participantes residem em domicílios habitados por mais de três pessoas (Figura 31).

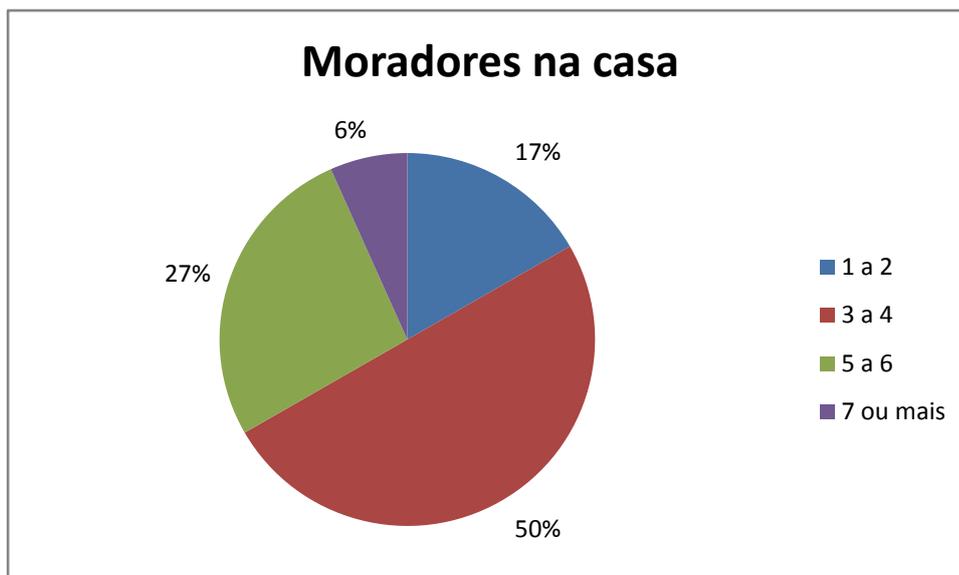


Figura 31 - Distribuição percentual da quantidade de moradores na casa dos estudantes da pesquisa

Cerca de 87% dos participantes possuíam uma renda familiar de até três salários mínimos, refletindo um baixo nível sócio-econômico. Em contrapartida, 83% dos participantes possuíam ao menos um computador no domicílio (Figura 32). Apenas, cerca de 17% dos entrevistados não possuíam nenhum.



Figura 32 - Distribuição percentual dos computadores na casa dos estudantes da pesquisa

Cerca de 70% possuíam acesso a internet no domicílio. Nenhum dos participantes relatou não ter tido contato com um computador. Cerca de 40% relataram utilizar o computador mais de cinco vezes por semana. Cerca de 83% dos investigados relataram saber utilizar planilhas e editores de texto no computador. Aproximadamente 64% informaram já ter realizado algum curso de educação em informática.

Cerca de 23% relataram não ter tido nenhum estudo prévio de música. Outros 23%

relataram ter um período de estudo de música inferior a um ano. Ao todo, a grande maioria (76%) tinha menos de 2 anos de estudo de música (Figura 33).

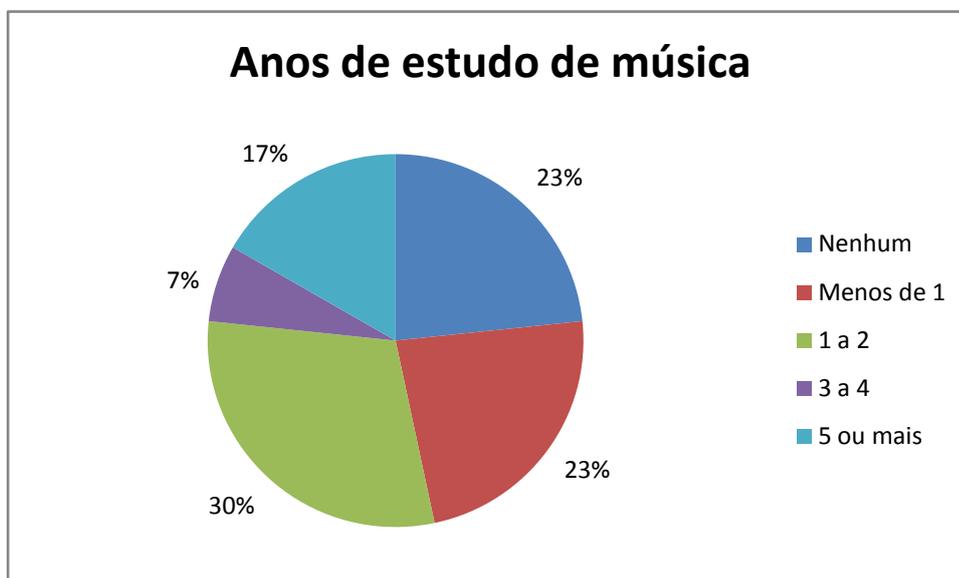


Figura 33 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por anos de estudo de música

O instrumento mais estudado dentre os pesquisados foi o violão (30%). A atividade de canto era praticada por cerca de 23% dos entrevistados (Figura 34).

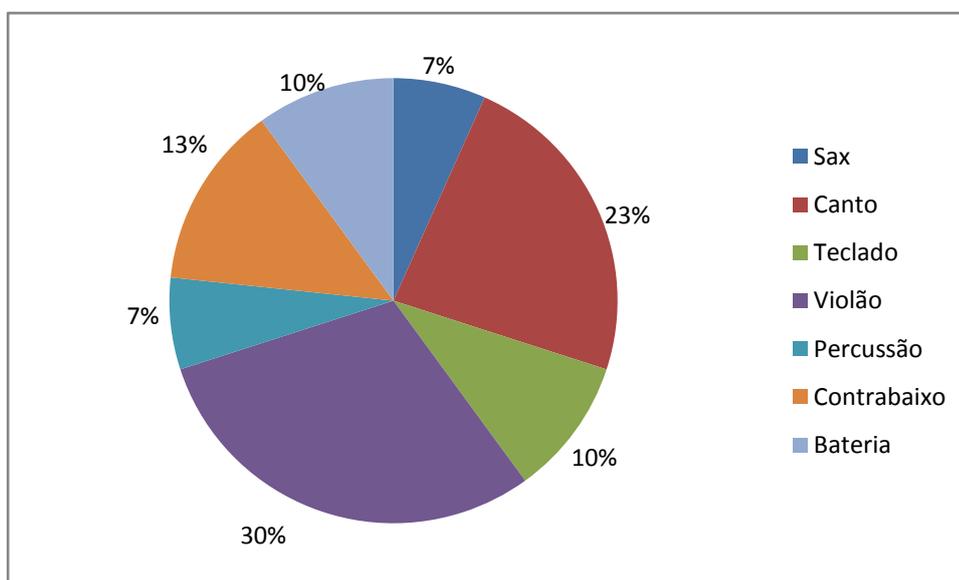


Figura 34 - Distribuição percentual dos estudantes da pesquisa por instrumento que toca

Ao serem argüidos sobre as maiores dificuldades para o estudo da música, as respostas prevalentes foram a teoria musical e a prática do ditado melódico (Figura 35). Cerca de 67% informaram já terem utilizado previamente algum software editor de partitura e aproximadamente 77% dos pesquisados já conheciam previamente algum software que auxiliasse o processo de educação musical.

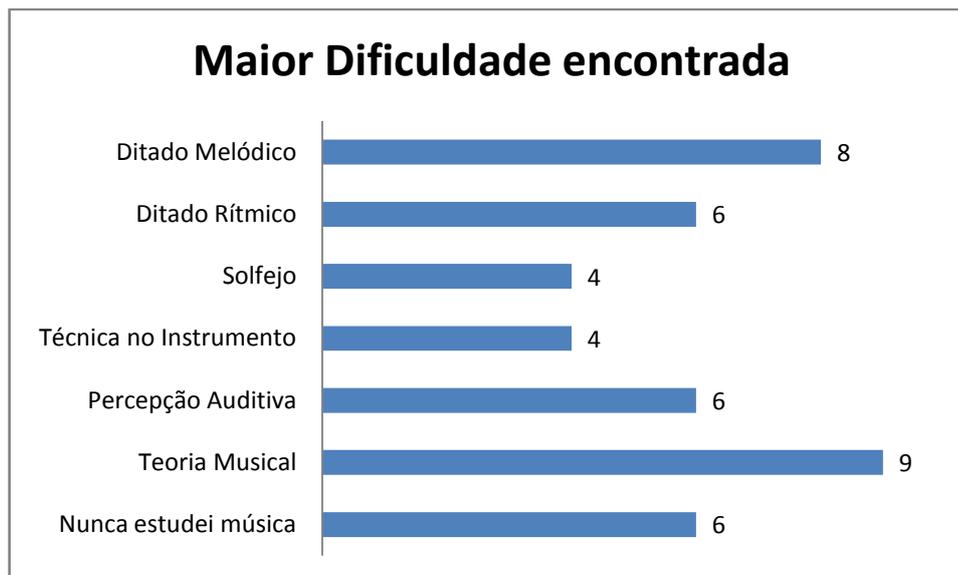


Figura 35 - Quantidade das maiores dificuldades dos estudantes no estudo de música

A Tabela 1 demonstra o resultado da avaliação do primeiro grupo selecionado. Os números indicam a quantidade de usuários que preencheu determinada opção e nas duas últimas colunas constam o total e o percentual da pontuação obtida por afirmativa. Considerando que a avaliação foi realizada por 7 pessoas, a pontuação máxima possível de ser obtida era 35, caso todos marcassem a opção CT, cujo valor é 5.

A afirmativa "O sistema é relevante para quem estuda ou deseja estudar música" tiveram três participantes que concordaram e quatro participantes que concordaram totalmente, após os devidos cálculos foi obtida uma porcentagem positiva de 91%.

Tabela 1 - Apuração do resultado do questionário de índice de satisfação

Características	Afirmativas	DT	D	NTC	C	CT	Total	Porcentagem
		1	2	3	4	5		
1 - Utilidade	O sistema é relevante para quem estuda ou deseja estudar música				3	4	32	91%
	O estudo torna-se mais divertido com o uso da ferramenta				5	2	30	86%
	A ferramenta vai agilizar meu aprendizado de música				3	4	32	91%
	Aprendo a teoria e logo vejo o resultado na prática				4	3	31	89%
	Vou utilizar o sistema para auxiliar meu estudo na música				3	4	32	91%
2 - Facilidade	O sistema é fácil de aprender a utilizar			1	5	1	28	80%
	Na primeira vista já sabia o que o site tratava			3	4		25	71%
	A navegação entre as páginas é simples de entender e de usar				6	1	29	83%
	Não foi preciso utilizar o botão voltar do navegador	1	4			2	19	54%
	Pude chegar à informação desejada com um máximo de 3 cliques			1	4	2	29	83%
	As cores e o design das páginas não atrapalham em nada seu uso	1		1	2	3	27	77%
	Em todas as páginas há texto contendo explicações		1		6		26	74%
	Sabia sempre em que seção do site eu estava			2	4	1	27	77%
3 - Conteúdo Musical	As páginas apresentam boa visibilidade				3	4	32	91%
	As lições e os testes estão bem coerentes				4	3	31	89%
	A divisão dos níveis de dificuldade foi uma ótima idéia				5	2	30	86%
	O conteúdo está claro e fácil de assimilar			1	2	4	31	89%
	Os sons e as partituras geradas são consistentes e corretos			2	4	1	27	77%
	Os níveis de dificuldade ajudam o usuário a avançar progressivamente				4	3	31	89%
4 - Geral	A metodologia de ensino foi bem elaborada				5	2	30	86%
	A gratuidade e a disponibilidade da ferramenta na web são excelentes				4	3	31	89%
	Não tenho reclamações nem críticas		1	2	3	1	25	71%
	Estou muito satisfeito por ter conhecido o SiAEM				1	6	34	97%

Legendas: **DT**: Discordo Totalmente ; **D**: Discordo ; **NTC**: Não Tenho Certeza ; **C**: Concordo ; **CT**: Concordo Totalmente

No que diz respeito a utilidade do software a avaliação dos pesquisados demonstrou que os mesmos consideraram o sistema SiAEM relevante como ferramenta auxiliar no ensino da música, com pontuação de 91% e que utilizariam o mesmo para complementar seus estudos de música, com pontuação de 91%.

A facilidade do uso obteve pontuação de 80%, com navegação simples e rápida entre as páginas, as quais continham informações claras sobre os assuntos abordados em cada seção. Houve certa dificuldade na utilização do botão voltar do navegador, que obteve pontuação de 54%, sendo um ponto importante de ser analisado e revisado para melhor desempenho do SiAEM.

Em relação ao conteúdo musical os pesquisados consideraram as lições e testes coerentes, obtendo 89%, com conteúdo claro e fácil, 89% e com uma divisão de níveis de dificuldade adequada, obtendo 86%.

Em termos gerais, a gratuidade do software foi tida como algo muito útil com pontuação de 89%. Os usuários tiveram variadas sugestões de melhorias e o quesito de satisfação por terem conhecido o SiAEM obteve 97%.

A média final dos 10 testes de percepção do nível iniciante do SiAEM realizado com os 7 alunos foi de 62% de acertos, demonstrando que o sistema fornece um embasamento e ensino e também demonstra que o usuário é desafiado a cada teste, permitindo-o avançar progressivamente nos conhecimentos.

A média final dos 10 testes de teoria musical realizado com os 7 alunos foi de 65% de acertos, demonstrando que a amostra selecionada possuía apenas conhecimentos básicos de teoria musical, sendo alvo ideal para a realização do teste.

Após a análise dos resultados, foi implementado um botão com a função de voltar para a página anterior, juntamente com links de navegação para melhor visualização de onde o usuário está no presente momento e para facilitar a navegabilidade das páginas.

Foi detectado que dois testes estavam muito difíceis e já requeriam um nível mais avançado de habilidades, em razão disso, foram modificados e adaptados ao nível iniciante de acordo com sugestões feitas posteriormente por um docente da Escola de Música da UFPA.

Discussões realizadas com professores da EMUFPA permitiu concluir que para obter uma melhor eficiência no uso do gerador de partitura para treinos de solfejo e ditado melódico é necessário oferecer mais flexibilidade na escolha dos parâmetros a serem gerados, com foco principal nas figuras rítmicas. Como por exemplo, a opção de gerar somente notas de uma mesma duração. Os ditados ofereceram um enorme desafio aos usuários. Para conseguir acertar na íntegra, é necessário bastante treino e ter se saído bem em todos os testes.

5.4.2- Teste de Usabilidade

Há vários métodos para avaliação da usabilidade de software na literatura, cada um com particularidades que os tornam mais eficientes para situações diversificadas. No caso dos softwares educacionais, o processo de avaliação pressupõe a adoção de certos métodos, imprescindíveis para um completo diagnóstico da interface, como os ensaios de interação envolvendo alunos potenciais e a utilização de técnicas de inspeção especificamente projetadas para uso em softwares educacionais (Valiati et al., 2002).

Para avaliar a usabilidade do SiAEM, foram realizados testes com usuários, na forma de ensaios de interação. Nesses testes foram avaliados os seguintes aspectos: utilidade, facilidade de uso, conteúdo musical e aspectos gerais.

Quanto ao teste de usabilidade, dentre as cinco tarefas as quais os participantes foram submetidos, a que demandou maior tempo para execução foi a de número 5, a qual exigia que o aluno utilizasse a função de gerador de partitura. Essa tarefa exige do aluno um número de 6 cliques para encontrar, selecionar os parâmetros e executar a função. Nessa tarefa, os alunos demandaram um tempo médio de 36,17 segundos, o que corresponde a 06,02 segundos por clique, média de tempo considerada eficiente para o comando solicitado (Tabela 2).

A tarefa mais simples foi a de número 3, que propunha apenas que o aluno encontrasse determinada funcionalidade, no caso, a função criadora de prova. A média de tempo de 02,57 segundos demonstra que o acesso às funções está claro para o usuário.

A tarefa que apresentou maior variabilidade de tempo para ser executada foi a de número 01, a qual variou de 6,07 a 17,05 segundos entre os participantes. Essa tarefa solicitava ao participante que localizasse a página de ajuda para uso do sistema. Atribuiu-se essa variabilidade principalmente por ser o primeiro contato do aluno com o sistema.

Tabela 2 - Resultado de tempo do teste de usabilidade em segundos

Usuários	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4	Tarefa 5
1	17,05	12,00	04,09	18,04	40,07
2	06,07	02,07	02,05	09,08	37,09
3	12,36	08,35	02,39	15,23	40,03
4	08,65	04,36	02,17	10,56	35,23
5	14,37	11,32	02,45	11,47	32,12
6	07,41	03,07	02,58	09,65	35,27
7	06,35	05,43	02,23	08,25	31,14
Tempo Médio	10,32	07,09	02,57	11,90	36,17

Nenhuma das tarefas excedeu o tempo de um minuto, o que foi totalmente satisfatório para a usabilidade do sistema.

A Tabela 3 apresenta o resultado da avaliação do segundo grupo, sendo que os números indicam a quantidade dos participantes que marcaram determinada opção e nas duas últimas colunas constam o total e o percentual da pontuação obtida por quesito, considerando que a avaliação foi realizada por 7 pessoas, a pontuação máxima possível de ser obtida era 35, caso todos concordassem totalmente.

Tabela 3 - Apuração do resultado do questionário do teste de usabilidade

Características	Afirmativas	DT	D	NTC	C	CT	Total	Porc.
		1	2	3	4	5		
1 - Operacionalidade	• O sistema é fácil de aprender a utilizar				2	5	33	94%
	• A navegação entre as páginas é boa				3	4	32	91%
	• Todos os componentes do site funcionam (links, formulários, scripts)			1	3	3	30	86%
2 - Design da Página	• A interface é bem intuitiva				4	3	31	89%
	• Na primeira vista já sabia o que o site tratava				1	6	34	97%
	• A interface me estimula a utilizar o sistema			3	4		25	71%
	• O design é simples e bonito				3	4	32	91%
	• As cores utilizadas no site não atrapalham em nada seu uso				1	6	34	97%
3 - Design do Conteúdo	• A quantidade de texto em cada página é o ideal			1	2	4	31	89%
	• Não encontrei nenhum erro de português				2	5	33	94%
	• O texto é claramente legível			1		6	33	94%
4 - Design do Site	• O conteúdo do site está bem organizado e dividido					7	35	100%
	• Os elementos de navegação são localizados no mesmo lugar em cada página					7	35	100%
	• A navegação é simples de entender e de usar				2	5	33	94%
	• Não foi preciso em nenhum momento utilizar o botão voltar do navegador				2	5	33	94%
	• O objetivo de cada página foi facilmente identificado					7	35	100%
	• Os conteúdos puderam ser encontrados com facilidade				1	6	34	97%
	• Pude chegar à informação desejada com um máximo de 3 cliques				1	6	34	97%
	• O layout da página e o uso de cores, fontes e imagens é consistente ao longo de todo o site				2	5	33	94%

Legendas: **DT:** Discordo Totalmente ; **D:** Discordo ; **NTC:** Não Tenho Certeza ; **C:** Concordo ; **CT:** Concordo Totalmente

De acordo com a Tabela 3, o quesito com menor pontuação foi o da interface estimular o usuário a utilizar o sistema que obteve 71%. O resultado da avaliação de usabilidade foi melhor do que o esperado, visto que os usuários não possuíam muitos conhecimentos de informática e nem habilidades no manuseio do *mouse*, mas conseguiram executar as tarefas com eficiência.

Capítulo 6 - Considerações Finais

Atualmente há um gasto de tempo considerável por parte dos docentes de música na elaboração de provas de teoria musical e também na elaboração de provas práticas, como por exemplo, provas de ditado melódico, rítmico e solfejo. Nas provas de teoria musical, usualmente após o preenchimento das notas e dos elementos musicais em um sistema de edição de partitura, o docente exporta o arquivo como imagem, faz o recorte da mesma selecionando apenas a parte que contém a partitura, abre o editor de texto e insere a imagem.

Paralelamente a esta forma rudimentar de produzir material didático, existem os sistemas utilizados para edição de partitura e outras ferramentas que auxiliam na aprendizagem do aluno. Todavia, a maioria das ferramentas de educação musical também são proprietárias, tornando a aquisição das mesmas inviável aos alunos, os quais em sua maioria possuem recursos financeiros escassos.

A contribuição esperada do SiAEM é facilitar o trabalho do docente e auxiliar no aprendizado do discente. Esta contribuição é inteiramente disponibilizada pelo desenvolvimento dos quatro módulos, sendo eles: gerador de partituras, editor de provas, testes de percepção e testes de teoria musical.

As avaliações realizadas no SiAEM com os alunos inscritos nas oficinas da Escola de Música da UFPA demonstraram que o sistema é relevante para uso como ferramenta auxiliar no ensino de música, é fácil de utilizar, apresentando navegação simples e rápida entre as páginas, o conteúdo musical apresentado está coerente com o nível de conhecimento a que se propõe, a interface gráfica e a interação do usuário com o sistema foram avaliadas como facilitadores para a utilização do SiAEM, não apresentando dificuldade tanto para usuários com muitos conhecimentos de informática quanto para usuários com poucos ou nenhum conhecimento de informática.

O sistema está disponível na *web* no endereço: <http://labie.ufpa.br/siaem> para uso gratuito.

Há muito a ser feito na área da computação musical e informática na educação, visto que a cada dia surgem mais tecnologias que permitem a contínua exploração, evolução e integração entre estas áreas. A melhoria das técnicas, metodologias e ferramentas voltadas ao auxílio do ensino é uma das principais estratégias modernas para alcançar altos níveis de qualidade tanto na educação quanto na busca pela excelência profissional. Entende-se que melhorias podem ser adicionadas ao aplicativo desenvolvido. Neste sentido, algumas

sugestões de trabalhos futuros são:

- (a) Desenvolver um módulo que permita realizar edição de partitura na *web*, que é algo independente do que já foi feito, mas que agregaria valor, adicionando funcionalidades ao SiAEM. A implementação desta funcionalidade forneceria mais uma opção de geração de partitura, destinada aos usuários que desejem escrever toda a partitura, permitindo maior flexibilidade.
- (b) Desenvolver um módulo que permita a um usuário selecionar outros usuários para realizarem provas totalmente online, podendo fechar turmas e compartilhar material entre os alunos de uma turma. Este acréscimo funcional, caso seja unido ao SiAEM possibilitaria um trabalho colaborativo entre docente e discente, eliminando o uso do papel nas provas.
- (c) Desenvolver material necessário (conceitos de música e opções de testes e lições) para outros níveis de dificuldade de forma a abordar também alunos intermediários e avançados.
- (d) Realizar mais avaliações e coletar mais experiências no uso do SiAEM em outras escolas de música e também em escolas de ensino regular fundamental e médio, de forma a verificar os reais efeitos do uso da ferramenta.

Referências

- ABC. **ABC Notation**. Disponível em: <<http://abcnotation.com>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- ANDIFES. **Perfil Socioeconômico e cultural dos estudantes de graduação das Universidades Federais brasileiras**. ANDIFES. Jul. 2011. p.19-45. Disponível em: <<http://www.portal.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=4852>>. Acesso em: 24 Out. 2011.
- ANDRADE, L N. **Breve Introdução ao LATEX 2**. Universidade Federal da Paraíba. 2000. Disponível em: <<ftp://mat.ufpb.br/pub/textos/tex/breve21.zip>>. Acesso em: 09 mar. 2011.
- ANTUNES, C. **As inteligências múltiplas e seus estímulos**. Campinas: Ed. Papyrus. 2002. p.14-16.
- AURALIA. **Software Sibelius Auralia**. Disponível em: <<http://www.sibelius.com/products/auralia/index.html>>. Acesso em: 21 Fev. 2011.
- AUSUBEL, D.P. et al. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana , 1980. p. 28-31.
- AZEVEDO, P. H.; BARROS, J. F. **O nível de participação do Estado na gestão do esporte brasileiro como fator de inclusão social de pessoas portadoras de deficiência**. Rev. Bras. de Ci e Mov.. Brasília. Jan/Mar 2004. v. 12 n. 1 p.77-84.
- BARROS, J.A. **O Projeto de Pesquisa em História: Projeto de Pesquisa suas funções e partes constitutivas**. Petrópolis: Vozes, 2008, 4ª edição.
- BECKER, F. **O que é construtivismo?** Rev. de Educação AEC, Brasília, v. 21, n. 83, abr./jun. 1992. p. 7-15.
- BERZ, W.; BOWMAN, J. **Applications of Research in Music Technology**. In: Reston - Music Educators National Conference, Proceedings, 1994.

BIG EARS. **Software web Big ears**. Disponível em: <<http://www.ossmann.com/bigears>>, Acesso em: 21 Fev. 2011.

BOTELHO, M.A. **Padrão MIDI**. Disponível em: <<http://www.midiacom.uff.br/~debora/fsmm/trab-2007-/midi.pdf>>. Acesso em: 19 Jan. 2011.

CMAPTOOLS. Software CmapTools. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/>>. Acesso em: 20 Jan. 2011.

CYBIS, W.A. **Engenharia de Usabilidade: Uma abordagem ergonômica**, 2003. Disponível em: <<http://www.facastro.edu.br/~rogerio/IHC/apostila%20engenharia%20usabilidade.pdf>> Acesso em: 19 Jan. 2011.

DALGARNO, G. **Creating an Expressive Performance Without Being Able to Play a Musical Instrument**. British Journal of Music Education, v. 14, n.º 2, Jul 1997, p.163-171.

DE JESUS, E. A. et. al.. **Desenvolvendo a percepção musical em crianças através de um objeto de aprendizagem**. 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/5bElieser.pdf>>. Acesso em: 19 Jan. 2011.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (D.O.U.) Lei nº 11.769, 18 Ago, 2010. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=18/08/2010>>. Acesso em: 26 Out. 2011.

EARMMASTER. **Software Earmaster**, 2011. Disponível em: < <http://www.earmaster.com/>>. Acesso em: 20 Fev. 2011.

FLORES, L. V. **STI - Sistema para Treinamento de Intervalos para Plataforma Windows 95/98**. Projeto de Diplomação (Bacharelado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2000.

FREITAS FILHO, J.R. **Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica**. UFRPE, Garanhuns, Pernambuco. 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/638>>.

Acesso em 20 Mar. 2011.

FRITSCH, E. F.; Viccari, R. M. **SETMUS: Uma Ferramenta Computacional para o Ensino da Música**. In: Simpósio Brasileiro de Computação e Música, 2., 1995, Canela - RS. Anais... Porto Alegre: Instituto de Informática / UFRGS, 1995. p.267-273.

GARDNER, H. **Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences**. New York, basic books, 1983. p. 12-18.

GLANZMANN, J.H. **Expert Piano: um Ambiente de Auxílio à Aprendizagem Musical**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação), UFRJ, 1995.

GNU-LILYPOND. 2011. **GNU Lilypond Home**. Disponível em: <<http://lilypond.org>>. Acesso em, 13 Jan. 2011.

GNU-SOLFEGE. 2011. **Software GNU-Solfege**. Disponível em: <<http://www.solfege.org>>. Acesso em: 03 Fev. 2011

GOOD-EAR. 2011. **Software web Good-ear**. Disponível em: <<http://www.good-ear.com>>. Acesso em: 03 Fev. 2011.

GRILLO, M, LIMA, V.M.R. 2011. **Mapas Conceituais e sua Utiliação na Educação**. Disponível em: <<http://www.colegiosantissima.com.br/site/pages/formacaocontinuada/files/02.07.11/mapasconceituais.pdf>>. Acesso: 14 Abr. 2011.

HUNT, A., KIRK, R. **Technology and Music: Incompatible Subjects?** In: British Journal of Music Education, vol. 14 n.º 2, Cambridge: Cambridge University Press,1997. p.151-171.

ISO 9241. **Ergonomics of human-system interaction**. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31246>. Acesso em: 12 Mar. 2011.

KRUGER, S.E. **Análise de Software de Educação Musical quanto a sua Compatibilidade ao Ensino do Piano**. Curitiba, 1996. Monografia (Especialização em Educação Musical - Piano). EMBAP.

KRUGER, S.E. et al. **Avaliação Pedagógica do Software STR**. Rev Bras de Informática na Educação - Número 8 - 2001. P.5-7.

LEARN2HEAR. **Software web Learn2Hear**. Disponível em: <<http://www.learn2hear.org>>. Acesso em: 06 Jun. 2011.

LLARI, B. **A música e o Cérebro: Algumas Implicações do Neurodesenvolvimento Para a Educação Musical**. Revista da ABEM, Porto Alegre, 2003. V. 9, 7-16.

MACGREGOR, R. **Music Notational Software based on Children's Own Symbolic Representations of Sound**. Research Studies in Music Education. n.º 3, dec. 1994. p.15-24.

MARTINI, R. **Inclusão Social Inclusão Digital**. Rev. Inclusão Social, Vol. 1, No 1, 2005. p. 1-2.

MASCARENHAS, M.; CARDOSO, B. **Curso completo de teoria musical e solfejo**. Volume 1. Ed. Irmãos Vitale Editores. 1973

MILETTO, E. M., et al. **Educação Musical auxiliada por Computador: Algumas Considerações e Experiências**. Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação, V. 2, n. 1. 2004a.

MILETTO, E. M. et al. **Introdução à Computação Musical**. Congresso Brasileiro de Ciência da Computação, In: Procedimentos do IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação. 2004b.

MORAES, A. **Apostila sobre Ergonomia**. 2006. Disponível em: <<http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/moraergo/define.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

MOREIRA, M.A., Buchweitz, B. (1993). **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os**

mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1993. p. 17-19.

MOREIRA, M.A. **O ensino.** Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Lingüística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23. 1997. p.87-95.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa Crítica.** In: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Pniche, 2000. p. 49-51.

NIELSEN, J., LORANGER, H. **Usabilidade na Web.** São Paulo. Editora campus. Ed.1, 2000. p. 37-40.

NIELSEN, J. **Usability Engineering.** Boston, MA: Academic Press, 1993

NOVAK, D. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them.** 2002. Disponível em: <
http://www.stanford.edu/dept/SUSE/projects/ireport/articles/concept_maps/The%20Theory%20Underlying%20Concept%20Maps.pdf >. Acesso em: 15 jul. 2011.

OTOTUMI, C.H.V. **Percepção Musical: situação atual da disciplina nos cursos superiores de música.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo. 2008.

PARRISH, R.T. **Development and Testing of a Computer-Assisted Instrucional Program to Teach Music to Adult Nonmusicians.** In: Journal of Music Education (JRME), v. 45, n.º 1, Spring. 1997. p.90-102.

PASSERINO, L.M., MONTARDO, S.P. **INCLUSÃO SOCIAL VIA ACESSIBILIDADE DIGITAL: Proposta de inclusão digital para Pessoas com Necessidades Especiais.** XI Colóquio Internacional sobre a Escola Latino Americana de Comunicação, na Universidade Católica de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul. 2007.

PINTO, M.C. **Tecnologia Ensino-Aprendizagem Musical na Escola: uma abordagem construtivista interdisciplinar mediada pelo software Encore versão 4.5.** (Dissertação de Mestrado em Música). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

PRAIA , J.F. **Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino.** In: Teoria da Aprendizagem Significativa Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, 2000. p. 121-127.

ROGERS, K. **Resourcing Music Technology in Secondary Schools.** In: British Journal of Music Education, v. 14, n.º 2, July, 1997. p.129-136.

RIBEIRO, C. **Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem.** Psicologia: Reflexão e Crítica,16(1), p. 109-116. 2003.

RUDOLPH, T.E. **Teaching Music with Technology.** Chicago: GIA, 1996.

SANTOS, S.C. **O Processo de Ensino-Aprendizagem e a Relação Professor-Aluno: Aplicação dos 7 Princípios Para a Boa Prática na Educação de Ensino Superior.** Cadernos de Pesquisas em Administração. São Paulo, v. 08, n.01, Jan/Mar. 2001.

SPOSATI, A.O. **Mapa da exclusão/inclusão social na cidade de São Paulo.** São Paulo, Ed. Educ, e.d.1, 1996. p. 35-42.

TAUPIN, et. al. **MusixTex: Using TEX to write polyphonic or instrumental music.** Disponível em: <<http://icking-music-archive.org/software/musixtex/musixdoc.pdf>>. Acesso em: 03 Mai. 2011.

TRAJANO, A. **O Sentido do Ensino das Artes na Perspectiva de H. Gardner.** (Dissertação de Pós-Graduação em Música). Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista, UNESP, São Paulo. 2008.

VALENTE, J.A, et. al. **O computador na sociedade do conhecimento.** Editora do Núcleo de Informática Aplicada à Educação . Universidade Estadual de Campinas .Campinas, São Paulo, 1999.

VALIATI, E.R.A., et al. **Avaliação de Interfaces em Software Educacional: Comparando Experiências em dois Protótipos Sucessivos.** InfoUYclei, 2002. Montevideo, Uruguay.

Disponível em: <
<http://www.clei.cl/nuevaweb/cleiversion/2002/conflat/articulos/resumenes/146.html>>. Acesso em: 03 Mai, 2011.

WINCKLER, M. A. A. et al. **Interação entre Aprendiz e Computador: Métodos para Desenvolvimento e Avaliação de Interfaces.** In: TAROUCO, Tecnologia Digital na Educação. Porto Alegre: Pós-Graduação em Informática na Educação, UFRGS. 2000.

Apêndice A - Questionários utilizados na Avaliação do SiAEM

Questionário do perfil dos participantes e dos conhecimentos em música

	<p>O questionário abaixo faz parte do processo de avaliação de um sistema web de educação musical intitulado SiAEM - Sistema de Auxílio à Educação Musical. É garantido o sigilo das informações preenchidas e identificação dos participantes da pesquisa que responderem o questionário abaixo.</p>
<p>Nome:</p>	

Perguntas Pessoais:

1) Qual a sua idade ?

R=

2) Qual o seu sexo ?

() Masculino () Feminino

3) Qual seu grau de escolaridade?

() Fundamental incompleto () Fundamental completo

() Médio incompleto () Médio completo

() Superior incompleto () Superior completo

4) Você trabalha ?

() Sim () Não

5) Quantas pessoas moram em sua casa, incluindo você?

() 1 a 2 () 3 a 4

() 5 a 6 () 7 ou mais

6) Qual sua renda familiar mensal?

() menos de um salário mínimo () um salário mínimo

() dois a três salários mínimos () quatro a cinco salários mínimos

() seis ou mais

7) Quantos computadores tem em sua casa?

- Nenhum 1
 2 3 ou mais

8) Tem acesso à Internet em casa?

- Sim Não

9) Quantos dias por semana você utiliza o computador?

- 0 1
 2 3 a 4
 5 a 7

10) Sabe utilizar editor de texto e planilha no computador?

- Sim Não

11) Fez algum curso na área de informática?

- Sim Não

Se sim, qual(is)? _____

12) Há quantos anos você estuda música?

- Nenhum Menos de 1
 1 a 2 3 a 4
 5 ou mais

13) Qual instrumento você toca?

R=

14) Qual a maior dificuldade encontrada no estudo de música? (Pode ser selecionada mais de uma alternativa).

- Nunca estudei música Teoria Musical
 Percepção Auditiva Técnica no instrumento
 Solfejo Ditado Rítmico
 Ditado Melódico

15) Utiliza editor de partitura no computador?

- Sim Não

Se sim, qual(is)? _____

16) Tem contato com algum software (programa de computador) de educação musical, se sim qual(is) ?

() Sim () Não

Se sim, qual(is)? _____

Perguntas sobre Música:



Partitura 1

1) Com relação à Partitura 1 responda as questões abaixo:

a) Qual o nome da nota mais aguda e mais grave?

R:

b) Qual a unidade de tempo e de compasso?

R:

c) Quais as figuras rítmicas encontradas?

R:

d) A figura rítmica de maior duração vale quantos tempos de acordo com o compasso?

R:

e) Quantos semitons tem no intervalo da penúltima nota para a última nota?

R:

f) Qual o nome do sinal que dá nome às notas?

R:

Questionário de Índice de Satisfação no Estudo com o SiAEM

Nome:

Características	Afirmativas	DT	D	NTC	C	CT
		1	2	3	4	5
1 - Utilidade	• O sistema é relevante para quem estuda ou deseja estudar música					
	• O estudo torna-se mais divertido com o uso da ferramenta					
	• A ferramenta vai agilizar meu aprendizado de música					
	• Aprendo a teoria e logo vejo o resultado na prática					
	• Vou utilizar o sistema para auxiliar meu estudo na música					
2 - Facilidade	• O sistema é fácil de aprender a utilizar					
	• Na primeira vista já sabia o que o site tratava					
	• A navegação entre as páginas é simples de entender e de usar					
	• Não foi preciso utilizar o botão voltar do navegador					
	• Pude chegar à informação desejada com um máximo de 3 cliques					
	• As cores e o design das páginas não atrapalham em nada seu uso					
	• Em todas as páginas há texto contendo explicações					
	• Sabia sempre em que seção do site eu estava					
3 - Conteúdo Musical	• As lições e os testes estão bem coerentes					
	• A divisão dos níveis de dificuldade foi uma ótima idéia					
	• O conteúdo está claro e fácil de assimilar					
	• Os sons e as partituras gerados são consistentes e corretos					
	• Os níveis de dificuldade ajudam o usuário a avançar progressivamente					
	• A metodologia de ensino foi bem elaborada					
4 - Geral	• A gratuidade e a disponibilidade da ferramenta na web são excelentes					
	• Não tenho reclamações nem críticas					
	• Estou muito satisfeito por ter conhecido o SiAEM					

Legendas: **DT:** Discordo Totalmente ; **D:** Discordo ; **NTC:** Não Tenho Certeza ; **C:** Concordo ; **CT:** Concordo Totalmente

Teste de Usabilidade

Nome:

Tarefa 1: Acesse a página onde poderão ser encontradas informações sobre e como utilizar o sistema.

Tarefa 2: Você encontrou um erro no site e deseja entrar em contato com o administrador do mesmo. Encontre uma forma de enviar um e-mail a ele reportando o erro.

Tarefa 3: Você tem uma prova para elaborar e tem pouco tempo para isso, visto que a prova será daqui a 2 horas. Procure onde está a funcionalidade no sistema que poderá te ajudar a elaborar uma prova.

Tarefa 4: Você tem que realizar uma prova daqui a uma hora e precisa treinar a percepção auditiva, encontre a área de testes para treinar o ouvido no nível iniciante.

Tarefa 5: Você deseja obter uma partitura com 2 compassos na tonalidade de Ré Maior e com a métrica de compasso em 4/4 para poder treinar solfejo, sem precisar escrever nota por nota. Ache a função no sistema e gere uma partitura com essas informações.

Questionário do Teste de Usabilidade do SiAEM

Nome:

Características	Afirmativas	DT	D	NTC	C	CT
		1	2	3	4	5
1 - Operacionalidade	• O sistema é fácil de aprender a utilizar					
	• A navegação entre as páginas é boa					
	• Todos os componentes do site funcionam (links, formulários, scripts)					
2 - Design da Página	• A interface é bem intuitiva					
	• Na primeira vista já sabia o que o site tratava					
	• A interface me estimula a utilizar o sistema					
	• O design é simples e bonito					
3 - Design do Conteúdo	• As cores utilizadas no site não atrapalham em nada seu uso					
	• A quantidade de texto em cada página é o ideal					
	• Não encontrei nenhum erro de português					
4 - Design do Site	• O texto é claramente legível					
	• O conteúdo do site está bem organizado e dividido					
	• Os elementos de navegação são localizados no mesmo lugar em cada página					
	• A navegação é simples de entender e de usar					
	• Não foi preciso em nenhum momento utilizar o botão voltar do navegador					
	• O objetivo de cada página foi facilmente identificado					
	• Os conteúdos puderam ser encontrados com facilidade					
• Pude chegar à informação desejada com um máximo de 3 cliques						
	• O layout da página e o uso de cores, fontes e imagens é consistente ao longo de todo o site					

Legendas: **DT:** Discordo Totalmente ; **D:** Discordo ; **NTC:** Não Tenho Certeza ; **C:** Concordo ; **CT:** Concordo Totalmente

Apêndice B - Códigos de dois testes e do gerador de partitura do SiAEM

Código do teste de percepção: Intervalos Ascendentes (composto por 2 arquivos)

Arquivo tstpercep_intervaloasc.php

```

<?php session_start(); include 'percep_intervaloasc.php'; ?>

<div class="article">
  <h2><span><a href="#">Testes de Percep&ccedil;&atilde;o: Intervalos
Ascendentes</a></span></h2>
  <p class="info noprint">
    <span class="date">N&iacute;vel Iniciante</span><span
class="noscreen">,</span>
  </p>

  <?php
    $lilyFile = './tmp/' . $_SESSION['lilyFile'];
    if (file_exists ( $lilyFile . '.midi' ) &&
(!isset($_SESSION["msg"]))) {
      echo '<embed src="' . $lilyFile . '.midi" width="300"
height="30" panel="0" autostart="FALSE" repeat="FALSE" />';
      echo '<p class="btn-more box noprint"><strong><a
target="_blank" href="' . $lilyFile . '.midi">Ouvir</a></strong></p><br
/>';
    }
  ?>

  <?php
    if (isset($_SESSION["tstpercep_intervaloasc"])) { ?>
      <form name="tstForm"
action="index.php?action=./tst/percep/inic/tstpercep_intervaloasc"
method="post">
        <input name="i1" value="<?php $intervalo=
$_SESSION['tstpercep_intervaloasc']; echo $intervalo[0][0]; ?>"
type="hidden">
        <input name="i2" value="<?echo $intervalo[1][0]; ?>" type="hidden">
        Qual o maior intervalo?<br />
        <input type="radio" name="intervalo" value="i1">Primeiro<br>
        <input type="radio" name="intervalo" value="i2">Segundo<br>
        <input type="radio" name="intervalo" value="i0">S&atilde;o
Iguais<br>
        <p></p>
        <p class="btn-voltar box noprint"><strong><a
href="index.php?action=percep_inic">Voltar</a></strong></p>
        <p class="btn-more box noprint"><strong><a
href="javascript:document.tstForm.submit();">Resultado</a></strong></p>
      </form>
      <?php }
      if (isset($_SESSION["msg"])) {
        echo $_SESSION["msg"];
        echo '<br /><br /><p class="btn-more box noprint"><strong><a
href="index.php?action=./tst/percep/inic/tstpercep_intervaloasc">Continuar<
/a></strong></p>';
      }
    ?>
  </div> <!-- /article -->

```

Arquivo percep_intervaloasc.php

```

<?php

if (isset($_POST["intervalo"])) {
    $resposta = $_POST["intervalo"];
    $i1 = $_POST['i1'];
    $i2 = $_POST['i2'];

    if (($resposta == 'i1') AND ($i1 > $i2)) {
        $msg = '<font color="red">Parab&eacute;ns: </font> era o primeiro
!';
    } else if (($resposta == 'i2') AND ($i1 < $i2)) {
        $msg = '<font color="red">Parab&eacute;ns: </font> era o segundo
!';
    } else if (($resposta == 'i0') AND ($i1 = $i2)) {
        $msg = '<font color="red">Parab&eacute;ns: </font> eram iguais !';
    } else {
        if ($i1 > $i2) { $msg = '<font color="red">Foi quase: </font> era o
primeiro !'; }
        else if ($i1 < $i2) { $msg = '<font color="red">Foi quase: </font>
era o segundo !'; }
        else { $msg = '<font color="red">Foi quase: </font> eram iguais !';
    }
    }

    $_SESSION["msg"] = $msg;
    unset($_SESSION["tstpercep_intervaloasc"]);
} else {
    if (!isset($_SESSION["tstpercep_intervaloasc"])) {
        $poteDeNotas = array("c", "d", "e", "f", "g", "a", "b");

        $intervalos = array();

        $n1 = rand(0, count($poteDeNotas) - 1);
        $n2 = rand(1, count($poteDeNotas) - $n1 - 1);
        $intervalo[0] = array($n2, $poteDeNotas[$n1], $poteDeNotas[$n1 +
$n2]);

        $n1 = rand(0, count($poteDeNotas) - 1);
        $n2 = rand(1, count($poteDeNotas) - $n1 - 1);
        $intervalo[1] = array($n2, $poteDeNotas[$n1], $poteDeNotas[$n1 +
$n2]);

        $major = $intervalo[0][1] . "'4 r16 " .
            $intervalo[0][2] . "'4 r8 r16 " .
            $intervalo[1][1] . "'4 r16 " .
            $intervalo[1][2] . "'4 r8 r16 ";

        $_SESSION["tstpercep_intervaloasc"] = $intervalo;

        $lilyFile = './tmp/lillypond_' . rand();

        $_SESSION['lilyFile'] = basename($lilyFile);

//-----
-----
    $_SESSION['lilyCode'] = 'lower = { \set Staff.midiInstrument =

```

```

"grand piano" { \clef treble \key c \major \time 3/4 ' . $major . '}
  \score {
    \new Staff = lower { \lower }
    \midi { \context { \Score tempoWholesPerMinute = #(ly:make-moment
80 4)} \layout {} }}';
//-----
-----

    $lilyCode = $_SESSION['lilyCode'];
    $fh = fopen($lilyFile, 'w') or die("N&atilde;o foi poss&iacute;vel
abrir o arquivo !");
    fwrite($fh, ($lilyCode));
    fclose($fh);

    exec('./lilypond/usr/bin/lilypond --output=./tmp/' .
basename($lilyFile) . ' ' . $lilyFile);

    unset($_POST["intervalo"]);
    unset($_SESSION["msg"]);
  }
}
?>

```

Código do teste de teoria: Identificação da Unidade de Compasso (composto por 2 arquivos)

Arquivo teoria_idundcompasso.php

```

<?php
require_once 'replicate.php';

$spoteRitmico = array("2/2", "2/4", "3/2", "3/4", "4/2", "4/4");

if (isset($_POST["compasso"])) {
    $resposta = $_POST["compasso"];
    $c1 = $_POST['c1'];

    $msg = ' a unidade de tempo e de compasso era ';
    switch ($c1) {
        case '0': $msg .= 'U.T. = M&iacute;nima ; U.C.= Semibreve'; break;
        case '1': $msg .= 'U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.= M&iacute;nima';
break;
        case '2': $msg .= 'U.T. = M&iacute;nima ; U.C. = Semibreve
pontuada'; break;
        case '3': $msg .= 'U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.= M&iacute;nima
pontuada'; break;
        case '4': $msg .= 'U.T. = M&iacute;nima ; U.C.= 2 Semibreves';
break;
        case '5': $msg .= 'U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.= Semibreve';
break;
    }

    if ($resposta == $c1) {
        $msg = '<font color="red">Parab&eacute;ns: </font> ' . $msg;
    } else {
        $msg = '<font color="red">Foi quase: </font> ' . $msg;
    }

    $_SESSION["msg"] = $msg;
    unset($_SESSION["tstteoria_idundcompasso"]);
}

```

```

} else {
  if (!isset($_SESSION["tstteoria_idundcompasso"])) {
    $poteDeNotas = array("c", "d", "e", "f", "g", "a", "b");
    $poteDuracao = array(4, 8);

    $n = rand(0, count($poteDeNotas) - 1); $nota = $poteDeNotas[$n];
    $r = rand(0, count($poteRitmico) - 1); $ritmo = array($r,
    $poteRitmico[$r]);
    $d = rand(0, count($poteDuracao) - 1); $duracao = $poteDuracao[$d];

    if ($duracao == 4) {
      switch ($ritmo[1]) {
        case '2/2': $major = replicate($nota . "'4 ", 4); break;
        case '2/4': $major = replicate($nota . "'4 ", 2); break;
        case '3/2': $major = replicate($nota . "'4 ", 6); break;
        case '3/4': $major = replicate($nota . "'4 ", 3); break;
        case '4/2': $major = replicate($nota . "'4 ", 8); break;
        case '4/4': $major = replicate($nota . "'4 ", 4); break;
      }
    } elseif ($duracao == 8) {
      switch ($ritmo[1]) {
        case '2/2': $major = replicate($nota . "'8 ", 8); break;
        case '2/4': $major = replicate($nota . "'8 ", 4); break;
        case '3/2': $major = replicate($nota . "'8 ", 12); break;
        case '3/4': $major = replicate($nota . "'8 ", 6); break;
        case '4/2': $major = replicate($nota . "'8 ", 16); break;
        case '4/4': $major = replicate($nota . "'8 ", 8); break;
      }
    }

    $_SESSION["tstteoria_idundcompasso"] = $ritmo;

    $lilyFile = './tmp/lillypond_' . rand();

    $_SESSION['lilyFile'] = basename($lilyFile);

//-----
-----
    $lilyCode = " {
\\time " . $ritmo[1] . "
\\clef treble
\\key c
\\major " . $major . "};

    $lilyCode = '\\score { { \\new Staff { \\set Staff.midiInstrument =
"acoustic grand" ' . $lilyCode . ' } } \\layout {}}';

    $_SESSION['lilyCode'] = $lilyCode;
//-----
-----

    $lilyCode = $_SESSION['lilyCode'];
    $fh = fopen($lilyFile, 'w') or die("N&atilde;o foi poss&iacute;vel
abrir o arquivo !");
    fwrite($fh, ($lilyCode));
    fclose($fh);

    exec('./lillypond/usr/bin/lillypond --png -dpreview -dno-print-pages
--output=./tmp/' . basename($lilyFile) . ' ' . $lilyFile);

```

```

        unset($_POST["ritmo"]);
        unset($_SESSION["msg"]);
    }
}
?>

```

Arquivo tstteoria_idundcompasso.php

```

<?php session_start(); include 'teoria_idundcompasso.php'; ?>

<div class="article">
    <h2><span><a href="#">Testes de Teoria: Identifica&cedil;&atilde;o da
Unidade de compasso</a></span></h2>
    <p class="info noprint">
        <span class="date">N&iacute;vel Iniciante</span><span
class="noscreen">,</span>
    </p>

    <?php
        $lilyFile = './tmp/' . $_SESSION['lilyFile'];
        if (file_exists ( $lilyFile . '.preview.png' ) &&
(!isset($_SESSION["msg"]))) {
            echo '<div style="text-align: center;"></div>';
        }
    ?>

    <br /><br />

    <?php
    if (isset($_SESSION["tstteoria_idundcompasso"])) { ?>
    <form name="tstForm"
action="index.php?action=./tst/teoria/inic/tstteoria_idundcompasso"
method="post">
        <input name="cl" value="<?php $ritmo=
$_SESSION['tstteoria_idundcompasso']; echo $ritmo[0]; ?>" type="hidden">
        Qual a unidade de tempo e de compasso?<br />
        <select name="compasso">
            <option value="1">U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.=
M&iacute;nima</option>
            <option value="3">U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.= M&iacute;nima
pontuada</option>
            <option value="5">U.T. = Sem&iacute;nima ; U.C.=
Semibreve</option>
            <option value="0">U.T. = M&iacute;nima ; U.C.=
Semibreve</option>
            <option value="2">U.T. = M&iacute;nima ; U.C. = Semibreve
pontuada</option>
            <option value="4">U.T. = M&iacute;nima ; U.C.= 2
Semibreves</option>
        </select>
        <p></p>
        <p class="btn-voltar box noprint"><strong><a
href="index.php?action=teoria_inic">Voltar</a></strong></p>
        <p class="btn-more box noprint"><strong><a
href="javascript:document.tstForm.submit();">Resultado</a></strong></p>
    </form>
    <?php }
    if (isset($_SESSION["msg"])) {

```

```

        echo $_SESSION["msg"];
        echo '<br /><br /><p class="btn-more box noprint"><strong><a
href="index.php?action=./tst/teoria/inic/tstteoria_idundcompasso">Continuar
</a></strong></p>';
    }
?>

</div> <!-- /article -->

```

Código do Gerador de Partitura do nível iniciante (composto por 2 arquivos)

Arquivo gerpar_bas.php

```

<?php session_start(); ?>
<!-- Article -->
<div class="article">
    <h2><span><a href="#">Gerador de Partitura</a></span></h2>
    <p class="info noprint">
        <span class="date">Nível Iniciante</span><span
class="noscreen">, </span>
    </p>

    <form method="post" action="lilypond.php" name="lilyForm">
        <table style="text-align: left; margin-left: auto; margin-right:
auto; width: 60%;" border="1" cellpadding="2" cellspacing="2">
            <tbody>
                <tr>
                    <th>Tonalidade:</th>
                    <td>
                        <select name="key">
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'c') echo '
selected="selected"'; ?> value="c">D&oacute; Maior - C</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'd') echo '
selected="selected"'; ?> value="d">R&eacute; Maior - D</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'e') echo '
selected="selected"'; ?> value="e">Mi Maior - E</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'f') echo '
selected="selected"'; ?> value="f">F&aacute; Maior - F</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'g') echo '
selected="selected"'; ?> value="g">Sol Maior - G</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'a') echo '
selected="selected"'; ?> value="a">L&aacute; Maior - A</option>
                            <option<?php if($_SESSION['key'] == 'b') echo '
selected="selected"'; ?> value="b">Si Maior - B</option>
                        </select>
                    </td>
                </tr>
                <tr>
                    <th>Clave:</th>
                    <td>
                        <select name="clef">
                            <option value="treble"<?php
if($_SESSION['clef'] == 'treble') echo ' selected="selected"';
?>>Sol</option>
                            <!-- <option value="bass"<?php
if($_SESSION['clef'] == 'bass') echo ' selected="selected"';
?>>F&aacute;</option> -->
                        </select>
                    </td>
                </tr>
            </tbody>
        </table>

```

```

        </td>
    </tr>
    <tr>
        <th>M&eacute;trica de Compasso:</th>
        <td>
            <select name="time">
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '3/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>3/4</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '4/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>4/4</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '2/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>2/4</option>
                <!--
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '3/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>3/4</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '4/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>4/4</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '2/4')
echo ' selected="selected"'; ?>>2/4</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '3/8')
echo ' selected="selected"'; ?>>3/8</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '2/2')
echo ' selected="selected"'; ?>>2/2</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '6/8')
echo ' selected="selected"'; ?>>6/8</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] == '9/8')
echo ' selected="selected"'; ?>>9/8</option>
                <option<?php if($_SESSION['time'] ==
'12/8') echo ' selected="selected"'; ?>>12/8</option>
                -->
            </select>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <th>Compassos:</th>
        <td><input name="compassos" value="<?php if
(isset($_SESSION['compassos'])) echo $_SESSION['compassos']; else echo '4';
?>"></td>
    </tr>
    <tr>
        <th>Instrumento:</th>
        <td>
            <select name="midiInstrument">
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'acoustic grand') echo ' selected="selected"'; ?> value="acoustic
grand">Piano</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'accordion') echo ' selected="selected"'; ?>
value="accordion">accordion</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'acoustic bass') echo ' selected="selected"'; ?> value="acoustic
bass">acoustic bass</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'acoustic guitar (nylon)') echo ' selected="selected"'; ?> value="acoustic
guitar (nylon)">acoustic guitar (nylon)</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'acoustic guitar (steel)') echo ' selected="selected"'; ?> value="acoustic
guitar (steel)">acoustic guitar (steel)</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'agogo') echo ' selected="selected"'; ?> value="agogo">agogo</option>
                <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==

```

```

'alto sax') echo ' selected="selected"'; ?> value="alto sax">alto
sax</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'applause') echo ' selected="selected"'; ?>
value="applause">applause</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'bagpipe') echo ' selected="selected"'; ?> value="bagpipe">bagpipe</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'banjo') echo ' selected="selected"'; ?> value="banjo">banjo</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'baritone sax') echo ' selected="selected"'; ?> value="baritone
sax">baritone sax</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'bassoon') echo ' selected="selected"'; ?> value="bassoon">bassoon</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'bird tweet') echo ' selected="selected"'; ?> value="bird tweet">bird
tweet</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'blown bottle') echo ' selected="selected"'; ?> value="blown bottle">blown
bottle</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'brass section') echo ' selected="selected"'; ?> value="brass
section">brass section</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'breath noise') echo ' selected="selected"'; ?> value="breath noise">breath
noise</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'bright acoustic') echo ' selected="selected"'; ?> value="bright
acoustic">bright acoustic</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'celesta') echo ' selected="selected"'; ?> value="celesta">celesta</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'cello') echo ' selected="selected"'; ?> value="cello">cello</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'choir aahs') echo ' selected="selected"'; ?> value="choir aahs">choir
aahs</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'church organ') echo ' selected="selected"'; ?> value="church organ">church
organ</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'clarinet') echo ' selected="selected"'; ?>
value="clarinet">clarinet</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'clav') echo ' selected="selected"'; ?> value="clav">clav</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'concertina') echo ' selected="selected"'; ?>
value="concertina">concertina</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'contrabass') echo ' selected="selected"'; ?>
value="contrabass">contrabass</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'distorted guitar') echo ' selected="selected"'; ?> value="distorted
guitar">distorted guitar</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'drawbar organ') echo ' selected="selected"'; ?> value="drawbar
organ">drawbar organ</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'dulcimer') echo ' selected="selected"'; ?>
value="dulcimer">dulcimer</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric bass (finger)') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric

```

```

bass (finger)">electric bass (finger)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric bass (pick)') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric
bass (pick)">electric bass (pick)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric grand') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric
grand">electric grand</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric guitar (clean)') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric
guitar (clean)">electric guitar (clean)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric guitar (jazz)') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric
guitar (jazz)">electric guitar (jazz)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric guitar (muted)') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric
guitar (muted)">electric guitar (muted)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric piano 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric piano
1">electric piano 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'electric piano 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="electric piano
2">electric piano 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'english horn') echo ' selected="selected"'; ?> value="english
horn">english horn</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fiddle') echo ' selected="selected"'; ?> value="fiddle">fiddle</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'flute') echo ' selected="selected"'; ?> value="flute">flute</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'french horn') echo ' selected="selected"'; ?> value="french horn">french
horn</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fretless bass') echo ' selected="selected"'; ?> value="fretless
bass">fretless bass</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 1 (rain)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 1 (rain)">fx 1
(rain)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 2 (soundtrack)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 2
(soundtrack)">fx 2 (soundtrack)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 3 (crystal)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 3 (crystal)">fx
3 (crystal)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 4 (atmosphere)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 4
(atmosphere)">fx 4 (atmosphere)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 5 (brightness)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 5
(brightness)">fx 5 (brightness)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 6 (goblins)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 6 (goblins)">fx
6 (goblins)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 7 (echoes)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 7 (echoes)">fx 7
(echoes)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'fx 8 (sci-fi)') echo ' selected="selected"'; ?> value="fx 8 (sci-fi)">fx 8
(sci-fi)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'glockenspiel') echo ' selected="selected"'; ?>

```

```

value="glockenspiel">glockenspiel</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'guitar fret noise') echo ' selected="selected"'; ?> value="guitar fret
noise">guitar fret noise</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'guitar harmonics') echo ' selected="selected"'; ?> value="guitar
harmonics">guitar harmonics</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'gunshot') echo ' selected="selected"'; ?> value="gunshot">gunshot</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'harmonica') echo ' selected="selected"'; ?>
value="harmonica">harmonica</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'harpsichord') echo ' selected="selected"'; ?>
value="harpsichord">harpsichord</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'helicopter') echo ' selected="selected"'; ?>
value="helicopter">helicopter</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'honky-tonk') echo ' selected="selected"'; ?> value="honky-tonk">honky-
tonk</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'kalimba') echo ' selected="selected"'; ?> value="kalimba">kalimba</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'koto') echo ' selected="selected"'; ?> value="koto">koto</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 1 (square)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 1
(square)">lead 1 (square)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 2 (sawtooth)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 2
(sawtooth)">lead 2 (sawtooth)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 3 (calliope)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 3
(calliope)">lead 3 (calliope)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 4 (chiff)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 4
(chiff)">lead 4 (chiff)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 5 (charang)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 5
(charang)">lead 5 (charang)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 6 (voice)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 6
(voice)">lead 6 (voice)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 7 (fifths)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 7
(fifths)">lead 7 (fifths)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'lead 8 (bass+lead)') echo ' selected="selected"'; ?> value="lead 8
(bass+lead)">lead 8 (bass+lead)</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'marimba') echo ' selected="selected"'; ?> value="marimba">marimba</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'melodic tom') echo ' selected="selected"'; ?> value="melodic tom">melodic
tom</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'music box') echo ' selected="selected"'; ?> value="music box">music
box</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'muted trumpet') echo ' selected="selected"'; ?> value="muted
trumpet">muted trumpet</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==

```

```

'oboe') echo ' selected="selected"'; ?> value="oboe">oboe</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'ocarina') echo ' selected="selected"'; ?> value="ocarina">ocarina</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'orchestra hit') echo ' selected="selected"'; ?> value="orchestra
hit">orchestra hit</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'orchestral strings') echo ' selected="selected"'; ?> value="orchestral
strings">orchestral strings</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'overdriven guitar') echo ' selected="selected"'; ?> value="overdriven
guitar">overdriven guitar</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 1 (new age)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 1 (new
age)">pad 1 (new age)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 2 (warm)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 2 (warm)">pad 2
(warm)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 3 (polysynth)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 3
(polysynth)">pad 3 (polysynth)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 4 (choir)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 4 (choir)">pad
4 (choir)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 5 (bowed)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 5 (bowed)">pad
5 (bowed)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 6 (metallic)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 6
(metallic)">pad 6 (metallic)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 7 (halo)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 7 (halo)">pad 7
(halo)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pad 8 (sweep)') echo ' selected="selected"'; ?> value="pad 8 (sweep)">pad
8 (sweep)</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pan flute') echo ' selected="selected"'; ?> value="pan flute">pan
flute</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'percussive organ') echo ' selected="selected"'; ?> value="percussive
organ">percussive organ</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'piccolo') echo ' selected="selected"'; ?> value="piccolo">piccolo</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'pizzicato strings') echo ' selected="selected"'; ?> value="pizzicato
strings">pizzicato strings</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'recorder') echo ' selected="selected"'; ?>
value="recorder">recorder</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'reed organ') echo ' selected="selected"'; ?> value="reed organ">reed
organ</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'reverse cymbal') echo ' selected="selected"'; ?> value="reverse
cymbal">reverse cymbal</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'rock organ') echo ' selected="selected"'; ?> value="rock organ">rock
organ</option>
      <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'seashore') echo ' selected="selected"'; ?>

```

```

value="seashore">seashore</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'shakuhachi') echo ' selected="selected"'; ?>
value="shakuhachi">shakuhachi</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'shamisen') echo ' selected="selected"'; ?>
value="shamisen">shamisen</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'shanai') echo ' selected="selected"'; ?> value="shanai">shanai</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'sitar') echo ' selected="selected"'; ?> value="sitar">sitar</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'slap bass 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="slap bass 1">slap
bass 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'slap bass 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="slap bass 2">slap
bass 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'soprano sax') echo ' selected="selected"'; ?> value="soprano sax">soprano
sax</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'steel drums') echo ' selected="selected"'; ?> value="steel drums">steel
drums</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'string ensemble 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="string ensemble
1">string ensemble 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'string ensemble 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="string ensemble
2">string ensemble 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synth bass 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="synth bass 1">synth
bass 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synth bass 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="synth bass 2">synth
bass 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synth drum') echo ' selected="selected"'; ?> value="synth drum">synth
drum</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synth voice') echo ' selected="selected"'; ?> value="synth voice">synth
voice</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synthbrass 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="synthbrass
1">synthbrass 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synthbrass 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="synthbrass
2">synthbrass 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synthstrings 1') echo ' selected="selected"'; ?> value="synthstrings
1">synthstrings 1</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'synthstrings 2') echo ' selected="selected"'; ?> value="synthstrings
2">synthstrings 2</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'taiko drum') echo ' selected="selected"'; ?> value="taiko drum">taiko
drum</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'telephone ring') echo ' selected="selected"'; ?> value="telephone
ring">telephone ring</option>
    <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'tenor sax') echo ' selected="selected"'; ?> value="tenor sax">tenor

```

```

sax</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'timpani') echo ' selected="selected"'; ?> value="timpani">timpani</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'tinkle bell') echo ' selected="selected"'; ?> value="tinkle bell">tinkle
bell</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'tremolo strings') echo ' selected="selected"'; ?> value="tremolo
strings">tremolo strings</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'trombone') echo ' selected="selected"'; ?>
value="trombone">trombone</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'trumpet') echo ' selected="selected"'; ?> value="trumpet">trumpet</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'tuba') echo ' selected="selected"'; ?> value="tuba">tuba</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'tubular bells') echo ' selected="selected"'; ?> value="tubular
bells">tubular bells</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'vibraphone') echo ' selected="selected"'; ?>
value="vibraphone">vibraphone</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'viola') echo ' selected="selected"'; ?> value="viola">viola</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'violin') echo ' selected="selected"'; ?> value="violin">violin</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'voice oohs') echo ' selected="selected"'; ?> value="voice oohs">voice
oohs</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'whistle') echo ' selected="selected"'; ?> value="whistle">whistle</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'woodblock') echo ' selected="selected"'; ?>
value="woodblock">woodblock</option>
        <option<?php if($_SESSION['midiInstrument'] ==
'xylophone') echo ' selected="selected"'; ?>
value="xylophone">xylophone</option>
    </select>
    </td>
</tr>

<tr>
    <th>Andamento:</th>
    <td>
        <select name="wholesPerMinute">
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'40') echo ' selected="selected"'; ?> value="40">40</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'50') echo ' selected="selected"'; ?> value="50">50</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'60') echo ' selected="selected"'; ?> value="60">60</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'70') echo ' selected="selected"'; ?> value="70">70</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'80') echo ' selected="selected"'; ?> value="80">80</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'90') echo ' selected="selected"'; ?> value="90">90</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'100') echo ' selected="selected"'; ?> value="100">100</option>
            <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'110') echo ' selected="selected"'; ?> value="110">110</option>
        </select>
    </td>
</tr>

```

```

                                <option<?php if($_SESSION['wholesPerMinute'] ==
'120') echo ' selected="selected"'; ?> value="120">120</option>
                                </select>
                                </td>
                                </tr>

                                <tr>
                                <th>Metr&ocirc;nomo</th>
                                <td>
                                    <input type="checkbox" name="metronomo"
value="sim"<?php if($_SESSION['metronomo']) echo ' CHECKED'; ?> />
                                </td>
                                </tr>

                                <?php
                                $lilyFile = './tmp/' . $_SESSION['lilyFile'];
                                if (file_exists ( $lilyFile . '.png' )) {
                                    echo '<tr><td colspan="2" rowspan="1" style="vertical-
align: top;"><embed src="' . $lilyFile . '.midi" width="300" height="30"
panel="0" autostart="TRUE" repeat="FALSE" /></td></tr>';
                                    echo '<tr><th>Ouvir:</th><td><a target="_blank" href="'
. $lilyFile . '.midi">Clique aqui para ouvir.</a></td></tr>';
                                    echo '<tr><th>Partitura:</th><td><a href="' . $lilyFile
. '.png" rel="ibox" title="Partitura">Clique aqui para visualizar.</a><br
/><a target="_blank" href="' . $lilyFile . '.pdf" title="Baixar
Partitura"></a></td></tr>';
                                }
                                session_destroy();
                                ?>
                                </tbody>
                                </table>

                                <p class="btn-more box noprint"><strong><a
href="javascript:document.lilyForm.submit();">Gerar</a></strong></p>
                                </form>
                                <p class="btn-voltar box noprint"><strong><a
href="index.php?action=gerador">Voltar</a></strong></p>
                                </div> <!-- /article -->

```

Arquivo lilypond.php

```

<?php
session_start();

$lilyFile = './tmp/lillypond_' . rand();

$_SESSION['lilyFile'] = basename($lilyFile);
$_SESSION['wholesPerMinute'] = $_POST['wholesPerMinute'];
$_SESSION['key'] = $_POST['key'];
$_SESSION['clef'] = $_POST['clef'];
$_SESSION['time'] = $_POST['time'];
$_SESSION['compassos'] = $_POST['compassos'];
$_SESSION['midiInstrument'] = $_POST['midiInstrument'];
$_SESSION['metronomo'] = $_POST['metronomo'];

$metronomo = '';
if ($_POST['metronomo']) {

```

```

for ($i = 1; $i <= $_POST['compassos']; $i++) {
    switch ($_POST['time']) {
        case '2/4':
            $metronomo .= 'e\'4 e\'4 ';
            break;
        case '3/4':
            $metronomo .= 'e\'4 e\'4 e\'4 ';
            break;
        case '4/4':
            $metronomo .= 'e\'4 e\'4 e\'4 e\'4 ';
            break;
    }
}

$metronomo = '\set Staff.midiInstrument = "woodblock" {
    \clef ' . $_POST['clef'] . '
    \key ' . $_POST['key'] . ' \major
    \time ' . $_POST['time'] . ' ' . $metronomo . '>';
}

$_SESSION['lilyCode'] = 'upper = { ' . $metronomo . ' }

lower = { \set Staff.midiInstrument = " ' . $_SESSION['midiInstrument'] . '"
{ \clef ' . $_POST['clef'] . ' \key ' . $_POST['key'] . ' \major \time ' .
$_POST['time'] . ' ' . Sorteador($_POST['compassos']) . '

}}
\score {
\new Staff = lower { \lower }
\layout { }
}
\score {
    \new GrandStaff <<
        \new Staff = upper { \upper }
        \new Staff = lower { \lower }
    >>

    \midi { \context { \Score tempoWholesPerMinute = #(ly:make-moment ' .
$_SESSION['wholesPerMinute'] . ' 4)} \layout { } }
}';

$lilyCode = $_SESSION['lilyCode'];

$fh = fopen($lilyFile, 'w') or die("Não foi possível abrir o arquivo !");
fwrite($fh, ($lilyCode));
fclose($fh);

exec('./lilypond/usr/bin/lilypond --png --pdf --output=./tmp/' .
basename($lilyFile) . ' ' . $lilyFile);

header('Location: index.php?action=gerpar_bas');

function Sorteador($qtdCompassos) {
    $poteDeNotas = array("c", "d", "e", "f", "g", "a", "b", "r");

    $poteDeSufixo = array('', 'is', 'isis', 'es', 'eses');
    $poteDeDuracoes = array('', '2', '4', '8', '16', '32', '64');

    $poteDeSobra = array('', "");

```

```

if ($_POST['time'] == '4/4') { $duracoesDeNota = array(8, 4, 2, 1); }
else { $duracoesDeNota = array(8, 4, 2); }

$compasso = 0;
$duracaoNota = '';
$major = '';

switch ($_POST['time']) {
    case '3/4': $tamanhoCompasso = 0.75; break;
    case '4/4': $tamanhoCompasso = 1.00; break;
    case '2/4': $tamanhoCompasso = 0.50; break;
}

$i = 1;

while ($i <= $qtdCompassos) {
    $nota = '';
    $sufixo = '';

    $nota = $poteDeNotas[rand(0, count($poteDeNotas) -1)];

    $duracaoNota = $duracoesDeNota[rand(0, count($duracoesDeNota) -1)];

    if (($compasso + (1 / $duracaoNota)) == $tamanhoCompasso) {
    $compasso = 0; $i++; }
    elseif (($compasso + (1 / $duracaoNota)) > $tamanhoCompasso) {
continue; }
    else { $compasso += (1 / $duracaoNota); }

    $major .= $nota;

    if (($_SESSION['key'] == 'g') && ($nota == f)) { $sufixo = 'is'; }
    if (($_SESSION['key'] == 'd') && (($nota == f) || ($nota == c))) {
    $sufixo = 'is'; }
    if (($_SESSION['key'] == 'a') && (($nota == f) || ($nota == c) ||
    ($nota == g))) { $sufixo = 'is'; }
    if (($_SESSION['key'] == 'e') && (($nota == f) || ($nota == c) ||
    ($nota == g) || ($nota == d))) { $sufixo = 'is'; }
    if (($_SESSION['key'] == 'b') && (($nota == f) || ($nota == c) ||
    ($nota == g) || ($nota == d) || ($nota == a))) { $sufixo = 'is'; }
    if (($_SESSION['key'] == 'f') && ($nota == b)) { $sufixo = 'es'; }

    $major .= $sufixo;

    if ($nota <> 'r') { $major .= " "; }

    $major .= $duracaoNota . ' ';
}

return $major;
}
?>

```

Anexo - Conceitos de música utilizados no SiAEM

(Adaptado de Mascarenhas, 1973)

Música: é a arte de organizar e combinar sons

Som: é uma vibração acústica que se propaga por meio de ondas sonoras. O som possui quatro parâmetros:

1 - Altura: que divide os sons em graves, médios e agudos;

2 - Duração: que é o tempo em que soa o som;

3 - Intensidade: que é a graduação do volume sonoro;

4 - Timbre: que é a característica especial de cada som.

Melodia: é a combinação de sons sucessivos de altura e duração diferentes.

Harmonia: é um conjunto de sons tocados simultaneamente formando os acordes.

Ritmo: é a forma em que se sucedem os valores de duração do som na música.

Notas musicais: são símbolos que usamos para representar os sons

As notas musicais são sete: DÓ - RÉ - MI - FÁ - SOL - LÁ - SI.

Pauta ou pentagrama: é o conjunto de cinco linhas e quatro espaços onde as notas musicais são escritas.

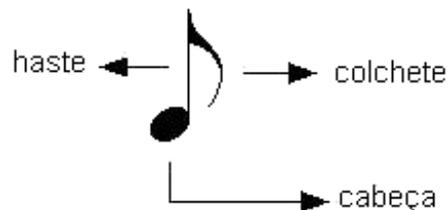
Linhas e espaços suplementares: são linhas e espaços acrescentados à pauta quando esta for insuficiente para conter as notas musicais desejadas.

Claves: são sinais colocados no início da pauta musical, determinando a nomenclatura das notas musicais.

Valores ou figuras musicais: são símbolos que representam o tempo de duração das notas musicais. São também chamados de valores positivos. Existem também as pausas, que são chamados de valores negativos. São eles:

Número Relativo	Nota	Pausa	Nome
1			Semibreve
2			Mínima
4			Seminima
8			Colcheia
16			Semicolcheia
32			Fusa
64			Semifusa

As figuras podem ser compostas de: Cabeça, Haste e Colchete.



Compasso: é a divisão da música em pequenas partes de duração iguais ou variáveis.

Os compassos mais comuns são os:

binários: 2 tempos

ternários: 3 tempos

quaternários: 4 tempos

Barra divisória: serve para separar os compassos.

Barra dupla: serve para separar um trecho musical de outro.

Barra final: indica o fim de um período musical.

Ponto de aumento: é um ponto acrescido do lado direito da nota musical, aumentando assim, a metade do seu valor.

Ligadura: é um sinal em forma de arco que serve para unir as notas.

Anacruse: É a falta de tempo no primeiro compasso da música, sendo compensada no final. Por exemplo: uma música com compasso 4/4 e no primeiro compasso há apenas 1 tempo, tenha certeza que os 3 tempos restantes estarão no último compasso, seja em valores positivos (notas) ou em valores negativos (pausas).

Sinais de repetição: servem para indicar que determinado trecho da música deve ser repetido. Os principais sinais são: "Da capo", "Ritornello" e as expressões "1ª e 2ª vez".

Sinais de alteração ou acidentes musicais: são sinais que alteram o som natural das notas. Os mais utilizados são:

sustenido: eleva a nota em meio tom.

dobrado sustenido: eleva a nota em um tom

b **bemol:** abaixa a nota em meio tom.

bb **dobrado bemol:** abaixa a nota em um tom

bequadro: anula o efeito dos anteriores

Cifras: são letras que indicam notas musicais ou acordes. São elas:

A: nota LÁ ou acorde de LÁ Maior;

B: nota SI ou acorde de SI Maior;

C: nota DÓ ou acorde de DÓ Maior;

D: nota RÉ ou acorde de RÉ Maior;

E: nota MI ou acorde de MI Maior;

F: nota FÁ ou acorde de FÁ Maior;

G: nota SOL ou acorde de SOL Maior.

Os acordes menores são grafados pelas letras acima, acompanhados da letra "m" minúscula.

Ex: **Cm:** acorde de DÓ menor

Tom: é a soma de dois semitons.

Semitom: é a menor distância entre dois sons.

Tempos: são partes ou movimentos em que está dividido cada compasso.

Fórmula ou métrica de compasso: são os números que indicam a unidade de tempo e o número de tempos que devem ser respeitados em cada compasso. Estes números são escritos em forma de fração no início da pauta, depois da Clave.

Unidade de tempo: é a figura que terá o valor igual a 1 dentro do compasso.

Unidade de compasso: é a figura que sozinha, preenche todo o compasso. Por exemplo: em um compasso 4/4 a semibreve vale 4 tempos, então ela sozinha preenche um compasso.

Andamento: é o grau de velocidade do compasso. O andamento pode ser:

Lentos		Médios		Rápidos	
Grave	40	Andante	76 a 108	Allegro	120 a 168
Largo	40 a 60	Andantino	84 a 112	Vivace	152 a 168
Larghetto	60 a 66	Moderato	108 a 120	Presto	168 a 200
Adagio	66 a 76	Allegretto	112 a 120	Prestissimo	200 a 208

Todos os valores estão medidos em **bpm** (batidas por minuto)

Escala: é a sucessão de sons de altura diferentes. A escala pode ser Maior, menor e cromática.

Exemplo de escala cromática: (todos os intervalos são de semitom)

Dó **Dó#** Ré **Ré#** Mi Fá **Fá#** Sol **Sol#** Lá **Lá#** Si Dó
 Dó **Réb** Ré **Mib** Mi Fá **Solb** Sol **Láb** Lá **Sib** Si Dó

Exemplo de escala maior: (toda escala maior vai obedecer essa sequência de tons e semitons)

Dó Ré Mi Fá Sol Lá Si Dó
 T T ST T T T ST

Exemplo de escala menor natural: (toda escala menor natural vai obedecer essa sequência de tons e semitons).

Dó Ré Mib Fá Sol Láb Sib Dó
 T ST T T ST T T

Intervalo: é o espaço existente entre duas notas musicais. Para poder verificar quantos tons e semitons há no intervalo entre duas notas, deve-se fazer comparações com a escala cromática.

Exemplo: da nota **DÓ** para a **MI** temos 2 tons de intervalo.

Cada nota da escala possui um grau. Exemplo:

Dó Ré Mi Fá Sol Lá Si Dó
 I II III IV V VI VII VIII

Os intervalos ainda podem ser: MAIOR, MENOR, AUMENTADO E DIMINUTO para os seguintes graus da escala: 2º, 3º, 6º e 7º. E ainda: JUSTO e AUMENTADO para os seguintes graus: 4º, 5º e 8º.

Os intervalos recebem classificações de acordo com os números de tons e semitons que os compõe. Veja o quadro de intervalos abaixo:

Quadro de Intervalos		
Nota	Distância	Intervalo de
C	0	Fundamental
Db	Meio TOM	2ª menor
D	1 TOM	2ª Maior
Eb	1 TOM e meio	3ª menor
E	2 TONS	3ª Maior
F	2 TONS e meio	4ª Justa
Gb	3 TONS	5ª diminuta
G	3 TONS e meio	5ª Justa
G#	4 TONS	5ª Aumentada
Ab		6ª menor
A	4 TONS e meio	6ª Maior
Bb	5 TONS	7ª menor
B	5 TONS e meio	7ª Maior
C	6 TONS	8ª Justa

Os intervalos podem ser classificados também quanto à textura:

Intervalo simples: compreendidos dentro do âmbito de oitava.

Intervalo composto: ultrapassam o âmbito de oitava.

E ainda quanto à execução:

Intervalo melódico: quando as notas são dispostas sucessivamente.

Intervalo harmônico: quando as notas são tocadas simultaneamente.

Ficando assim:

Intervalos melódicos consonantes	Intervalo melódico dissonante
Uníssono	7ª Maior e menor (e todos os intervalos podem ser também aumentados e diminutos)
2ª Maior e menor	
3ª Maior e menor	
4ª Justa	
5ª Justa	
6ª Maior e menor	
8ª Justa	

Intervalos harmônicos consonantes	Intervalos harmônicos dissonantes
Uníssono	2ª Maior e menor 4ª Justa 7ª Maior e menor (e todos os intervalos podem ser também aumentados e diminutos)
3ª Maior e menor	
4ª Justa	
5ª Justa	
6ª Maior e menor	
8ª Justa	

Acordes: são notas tocadas simultaneamente, fazendo a **harmonia** de uma peça musical. Existem quatro acordes básicos, que são: Maiores , menores , Aumentados e diminutos. Se reunir o 1º , 3º e 5º graus de uma escala maior, forma o acorde fundamental ou tríade.

Exemplo: o acorde de DÓ Maior é formado pelas notas DÓ, MI e SOL.

Tríade Maior: tem a distância de dois tons entre o I e o III grau e do III ao V grau de um tom e meio.

Tríade menor: tem a distância de um tom e meio entre o I e o III grau e do III ao V grau de dois tons.

Tríade Aumentada: tem a distância de dois tons entre o I e o III grau e dois tons do III ao V grau.

Tríade diminuta: tem a distância de um tom e meio entre o I e o III grau e um tom e meio do III ao V grau.

Metrônomo: instrumento que serve para regular o andamento da música.