

## Ensino de Música a Distância pela WEB

Glauber Aparecido Yatsuda<sup>1</sup>, Flávio Luiz Schiavoni<sup>1</sup>, Dante Alves Medeiros Filho<sup>1</sup>, Rael Bertarelli Gimenes Toffolo<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>UEM - Universidade Estadual de Maringá

Departamento de Informática

Av. Colombo 5790, Zona 07

CEP 87020-900 Maringá, PR

[Jglauber.yatsuda@gmail.com](mailto:Jglauber.yatsuda@gmail.com), [fls@rendera.com.br](mailto:fls@rendera.com.br),  
[dantefilho@gmail.com](mailto:dantefilho@gmail.com)

<sup>2</sup>UEM - Universidade Estadual de Maringá

Departamento de Música

Av. Colombo 5790, Zona 07

CEP 87020-900 Maringá, PR

[rbgtoffolo@uem.br](mailto:rbgtoffolo@uem.br)

**Resumo.** *O desenvolvimento de acuidade auditiva é uma parte fundamental no ensino musical sendo um processo que requer prática e treino. Como resultado, traz a obtenção de habilidades de reconhecimento de elementos musicais, o que favorece a percepção musical. Em um mundo globalizado torna-se interessante que o treinamento possa ser feito com o auxílio da internet. Neste sentido, o presente trabalho apresenta uma ferramenta para a educação musical a distância via web. O aplicativo possibilita o treinamento e o acompanhamento da aprendizagem, bem como o progresso na percepção musical. Tudo isto pode ser feito com o uso de um computador que tenha recursos de áudio e conexão com a internet.*

### 1. Introdução

A *Internet* amplia o poder do computador pessoal de uma máquina individual para uma conexão com o mundo. Ao invés de somente armazenar alguns dados, programas e permitir edições de texto, um computador conectado à *Internet* tem acesso a uma grande variedade de aplicações oferecida por inúmeros *web sites* e por servidores de aplicação, tais como sistemas bancário, bibliotecas digitais, compras, entretenimento e aprendizado, que geralmente estão disponíveis a qualquer hora e em qualquer lugar onde se possa acessar a *Internet*.

Apesar da versatilidade oferecida por esta rede ainda existem muitos pontos a serem preenchidos, inclusive os de treinamento auditivo que raramente são disponibilizados de forma *on-line*.

Diante disso é que nasceu a motivação para o desenvolvimento do presente trabalho que apresenta uma ferramenta para treinamento de percepção auditiva. Este *software* prove meios para que um instrutor possa criar exercícios e acompanhar a evolução do aluno no treinamento auditivo. Esse sistema *web* faz uso de *DHTML*, *JavaScript* e *Cascade Style Sheets (CSS)* executados no navegador do cliente para implementar uma interface de edição semelhante à notação musical (partitura). Para a geração de conteúdo e controle da transformação da representação musical em arquivo de áudio midi, utilizou-se programação com *PHP* e o programa *lilypond* no servidor. O sistema *web* é acessado de forma *on-line*, o que permite acesso livre ao estudante, professor e ao público em geral que tenha interesse no desenvolvimento da percepção auditiva.

## 2. Treinamento Auditivo

Um dos pontos fundamentais na formação do músico, sendo ele instrumentista, compositor, regente ou educador, está na necessidade de desenvolver suas habilidades perceptuais. Este processo se fundamenta, principalmente no treinamento da percepção melódica (reconhecimento de alturas e intervalos melódicos e harmônicos) e na percepção rítmica (reconhecimento de padrões métricos). Tais processos requerem prática e acompanhamento para que o educando consiga adquirir experiência e identificá-los. A aquisição dessas habilidades de percepção é uma necessidade real que pode ser adquirida e deve ser estimulada no processo de educação musical de forma que os estudantes possam extrair o máximo delas, favorecendo, dessa maneira, o desenvolvimento de sua musicalidade. Pozzoli [6] destaca a necessidade da percepção auditiva enfatizando que a operação do “ditado” consiste em traduzir em sinais convencionais os sons perceptíveis ao ouvido. Esta operação se desenvolve em dois momentos:

- a) - apanhar e reter os sons de que se compõe a frase.
- b) - expressá-los graficamente, com os sinais convencionais.

Dentre os dois momentos, é certamente o primeiro aquele no qual o aluno encontra a maior dificuldade devido à complexidade do trabalho a superar. O aluno deve ser capaz de assimilar em um determinado intervalo de tempo: a DURAÇÃO, a ALTURA e a SIMULTANEIDADE DOS SONS; deve repetir com exatidão a frase ditada, valendo-se da própria voz ou de um instrumento; deve distinguir os diversos elementos que a compõem, os quais são o RITMO, a MELODIA e a HARMONIA.[6].

Além da importância na formação musical, pode haver dificuldade no treinamento auditivo quando realizado sozinho. Esta prática quando feita em casa pelo aluno, além de ser uma tarefa enfadonha, não possui os resultados esperados, pois ele nem sempre é capaz de saber se as suas respostas estão corretas.

A prática individual com o auxílio de um computador permite ao estudante aprender em condições menos estressantes se comparada à prática em grupo, haja vista que o aprendiz sente-se menos ansioso por não haver uma audiência humana.

Esta situação ilustra a necessidade de um instrumento de educação musical em que o aluno tenha privacidade e ao mesmo tempo auxílio instrucional. Este problema pode ser resolvido com o auxílio da internet. Esta tecnologia pode auxiliar o aluno a treinar a acuidade auditiva, verificar seu aprendizado e também ser acompanhado por um instrutor, que poderá verificar em que aspectos o aprendiz apresenta maiores dificuldades.

Os sistemas desenvolvidos para a melhoria da percepção auditiva são feitos para uso local. As ferramentas para este fim disponíveis na *web* não possuem uma interface que se aproxime da notação musical (partitura). Assim, diante dessa necessidade é que surgiu a motivação para o desenvolvimento do presente trabalho que apresenta uma ferramenta digital para o apoio à educação musical por meio da internet. Este aparato procura facilitar o aprendizado do aluno, bem como auxiliar o desenvolvimento da percepção melódica. Oferece ao usuário os meios necessários para a prática de exercícios que visam desenvolver essa importante habilidade em estudantes de música ou qualquer pessoa ligada à área. Além disso, disponibiliza um treinamento que pode ser utilizado a partir de qualquer computador com acesso à internet e que tenha recursos de áudio.

## 2.1. Conceitos Básicos sobre notação Musical Tradicional

Todo som usado em uma composição musical tem uma duração particular ou comprimento. Essa duração representa seu valor na dimensão de tempo musical. A sucessão de tais valores ou eventos que acontecem por tempo musical é chamada de ritmo.

Vale ressaltar que para os fins do presente trabalho foi considerado apenas o sistema de notação musical tradicional que é responsável por codificar a escrita musical do repertório que vai da renascença ao início do século XX. Existem diversos sistemas de notação musical que codificam o repertório anterior e posterior à esse período. Como os processos de formação musical básica estão centrados no repertório do período acima descrito, aqui é apresentado apenas o sistema de notação musical tradicional.

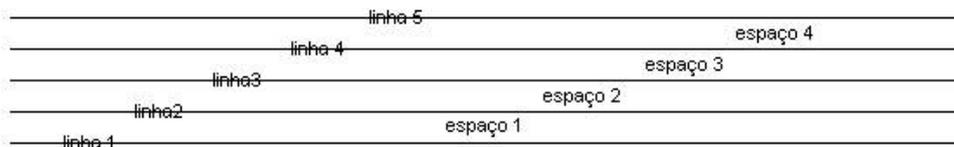
Sendo assim, "Os sons musicais são representados por sinais chamados notas; e a escrita da música dá-se o nome de **notação musical**." [7]

Existem sete notas musicais, denominadas notas naturais, as quais possuem a representação com sete letras do alfabeto (tabela 1):

Nota	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si
Representação	C	D	E	F	G	A	B

**Tabela 1. Nota e respectiva representação alfabética**

A pauta musical ou pentagrama é constituída por uma série de cinco linhas paralelas e equidistantes, formando entre si quatro espaços, onde são grafadas as notas musicais (figura 1).



**Figura 1. Pauta Musical**

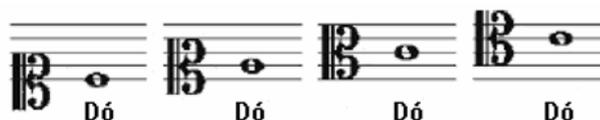
No pentagrama, as notas musicais são representadas com símbolos de forma oval e suas alturas são dispostas em forma crescente de baixo para cima, sendo que cada posição no pentagrama representa uma nota. Com o pentagrama, apenas as alturas relativas das notas são grafadas. Para que as notas possam ser identificadas por seus nomes, é necessário que pelo menos uma nota da pauta seja fixada. Med [3] define o conceito de clave: "... é um sinal, colocado na extremidade esquerda da pauta que dá o seu nome a nota colocada na mesma linha e, com isto, fixa também o nome das outras notas, pela relação com aquela."

Existem três claves: clave de sol, clave de dó e clave de fá.



**Figura 2. Clave de sol e clave de Fá**

A clave de sol (figura 2) identifica a nota sol na segunda linha, a clave de fá identifica a nota fá por meio dos dois pontos, e a linha intermediária sinaliza a nota fá.



**Figura 3. Clave de dó**

Na figura 3, tem-se a clave de dó que, similar à clave de fá, identifica a nota dó por meio da linha intermediária que atarvessa o pequeno "c" no centro de seu signo.

As notas designam um som regular, e os sinais gráficos são utilizados para representar a altura e duração destes sons. Essas figuras musicais podem ser representadas também com um numeral, guardando uma proporção regular entre elas, na qual cada uma vale a metade da anterior. Essas figuras são as seguintes: semibreve (1), mínima (2), semínima (4), colcheia (8), semicolcheia (16), fusa (32) e semifusa (64), conforme apresentado na Tabela 2.

Em uma estrutura musical, tem-se ainda períodos de silêncio, esses momentos de silêncio são representados por figuras especiais denominadas **pausas**, cada uma delas correspondente a uma figura de som. "Pausas são figuras que indicam duração do silêncio entre os sons" [7]

Nome	Figura de som	Pausa	Valor proporcional
semibreve			1
mínima			2
semínima			4
colcheia			8
semicolcheia			16
fusa			32
semifusa			64

**Tabela 2 – Representações Musicais**

### 3. Ensino Aberto a Distância

O conceito de ensino a distância é amplo, podendo ser aplicado a qualquer ensino em que haja uma separação em termos de espaço físico entre o educador e o educando.

A utilização de programas e sistemas digitais na educação possui uma série de vantagens. Os sistemas de educação a distância, por exemplo, ampliam o acesso à educação, ao ensino, ao treinamento, possibilitam a otimização do tempo, dão acesso a recursos baseados em multimídia e promovem o desenvolvimento pessoal [2].

O EAD é difundido atualmente por meio de tecnologias que já podem ser consideradas convencionais como o uso de computadores em rede e com a internet. Almeida [1] define as ferramentas computacionais para o ensino como "sistemas computacionais disponíveis na Internet, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação". Tais ferramentas permitem a integração de muitos recursos para apresentar informações de maneira organizada, além de permitir a interação entre pessoas de forma a disseminar o conhecimento.

O uso desses recursos passa a ser aproveitado na educação musical, no âmbito do treinamento auditivo disponibilizado pelo Sistema de Treinamento Auditivo Web (TAW), implementado no presente trabalho. Este sistema foi projetado para auxiliar a prática e o aprendizado das habilidades de percepção auditiva. Com esta ferramenta, os estudantes podem praticar os exercícios diretamente na *Web*, esta prática também pode ser monitorada por um professor que pode controlar o desempenho e sugerir quais práticas podem ajudar o aluno a melhorar seu desenvolvimento em percepção auditiva.

#### 4. O Sistema de treinamento via WEB

O presente trabalho implementa um sistema de treinamento auditivo por meio da web aqui apresentado com a sigla TAW (Treinamento Auditivo Web). Este sistema prevê a existência de quatro grupos de usuários: administrador, professor, aluno e usuário.

O administrador possui acesso as funções administrativas, gerenciamento do cadastro de alunos, professores, usuários e configuração da interface.

O professor é capaz de criar os exercícios, listas de exercícios, gerenciar turmas, controlar a agenda dos exercícios e revisar o conteúdo das listas. Essas listas são definidas pelo professor, que indica quais exercícios serão executados para cada turma e que pode estabelecer, ainda, listas específicas de acordo com as necessidades intrínsecas a cada aluno, dependendo das dificuldades que encontre durante a prática.

O aluno é o usuário final do TAW. Ele pode acessar o conteúdo disponibilizado pelo professor, executar os exercícios disponibilizados, resolver listas de exercícios pré-determinadas, além de receber o *feedback* do professor.

O usuário sem vínculo com professor (avulso), semelhante ao usuário aluno, interage com o sistema e executa os exercícios disponíveis, tendo como diferença o não acompanhamento de professor, além disso, os exercícios são sorteados aleatoriamente dentro de um grau de dificuldade pré-selecionado.

Um dos módulos do sistema consiste em um mecanismo de correção de exercícios, que fornece um *feedback* ao aluno e ao professor, para que este possa planejar tarefas e avaliar a progressão do aluno.

Os exercícios são gravados em uma tabela de banco de dados no formato de metamodelo, sendo posteriormente transformados em arquivo midi para reprodução sonora. A opção pelo formato midi baseou-se no tamanho do arquivo, dispositivos dos clientes e no consumo de banda de conexão de rede. O metamodelo persistido no banco de dados também é utilizado para gerar a forma gráfica (partitura) no navegador do cliente.

De uma forma simplificada, pode-se considerar um metamodelo como uma representação de outra já existente. Para representar a partitura musical, de acordo com Phillips [5], tem-se como exemplo a notação ABC, a notação midiXML e a notação do software Lilypond.



Figura 4. Arquivo básico ABC e resultado gerado com o programa abcm2ps

A notação ABC utiliza uma abordagem não gráfica, em que caracteres de texto são utilizados para representar notas e outros símbolos. Uma música escrita em ABC é constituída em duas partes sendo um cabeçalho e um corpo. Utilizando o programa abcm2ps, obten-se a partitura correspondente ao arquivo ABC editado (Figura 4).

Essa notação trabalha com campos e o cabeçalho deve obrigatoriamente conter ao menos dois campos, sendo estes os campos X: *número do índice* e o campo K: *tonalidade*. As notas são inseridas em sequência, seguindo a representação apresentada na Tabela 1. As pausas são indicadas pela letra Z seguida pelo número de compassos que devem ser saltados (Figura 5).

```
X: 1          % índice 1 %
T: Exemplo de pausas
K: C         % tonalidade dó %
Z8|z16|z8|z4 % pausas %
```

Exemplo de pausas



Figura 5. Pausas geradas pela notação ABC.

```
% Exemplo de arquivo utilizado pelo LilyPond
\version "2.8.7"
\header {
  title = "Teste"
  composer = "Compositor"
  copyright = "Creative Commons"
  footer = ""
  tagline = ""
}
#(set-default-paper-size "a4")
Voice1 = \context Voice = Voice1 {
  \set Staff.midiInstrument = "acoustic grand"
  \time 4/4
  \key c \major
  \clef treble
  {g'4 c'4 e'4 g'4 f4 c'4} \bar "*"
}
\score {
  <<
  \new Staff <<
  \Voice1
  >>
  >>
  \layout {
  }
  \midi {
  \tempo 4 = 60
  }
}
```

Cabeçalho

Tamanho do papel

Instrumento

Notas musicais

Figura 6. Exemplo de arquivo gerado no Lilypond e PDF

A notação musicXML, desenvolvida pela empresa Recordare, busca a padronização de um formato para o intercâmbio de dados entre aplicativos e escrita de partitura em um formato XML. Esta notação é baseada principalmente em dois formatos existentes, um deles o MuseData e o outro o Humdrum.

O formato LilyPond consiste em uma notação textual com a possibilidade de ter elementos descritivos da partitura e outros dados (figura 6). Um cabeçalho pode ser usado para informar o título, compositor e outras informações. Os sons que compõem a música são representados por uma expressão do tipo {c'4 d'4 e'8 f'4 a'8 b'8}. É possível

ainda se obter detalhes em formato impresso a respeito dos instrumentos (voz) utilizados, do andamento e o tempo pertinentes à melodia representada. O LilyPond é um programa não interativo, similar a um compilador; ele lê um arquivo texto que contenha uma música ou fragmento musical e gera sua representação gráfica em formato PDF, PNG ou PS. Além disso, é possível gerar um arquivo no formato MIDI. A figura 6 exemplifica um arquivo para uso com o LilyPond e uma imagem da partitura gerada por meio do respectivo arquivo. De forma análoga, a notação ABC, o formato LilyPond possui uma correspondência entre as notas e letras (Tabela 1), sendo diferenciada a duração de cada nota por uma numeração (Tabela 2). As pausas são representadas pela letra *r*. Neste trabalho optou-se pelo formato do programa LilyPond.

O editor foi desenvolvido usando javascript e css (*cascade style sheet*) e assemelha-se a uma partitura (figura 7). Durante a utilização é feita a leitura do posicionamento do mouse em relação a uma determinada área de edição; ao ser clicado em um ponto dentro dessa área, aciona-se uma rotina que recebe as coordenadas do local selecionado, traduz essas informações em um símbolo de uma nota ou pausa e determina em que altura do pentagrama será posicionado tal imagem. As linhas e espaços possuem uma separação entre elas que segue uma progressão aritmética, facilitando o posicionamento dos signos.

Esse editor gera um metamodelo da sequência de notas colocadas sobre o pentagrama. A cada inserção, esse metamodelo é atualizado e uma rotina específica executa a transformação do metamodelo em uma representação gráfica da partitura.

Os elementos musicais são colocados na tela em diferentes posições e em diferentes elementos <DIV>. Cada símbolo que deve ser apresentado no pentagrama é disposto em um elemento <DIV>, seja o símbolo uma nota, um acidente, o símbolo da clave ou o indicativo de pausa. Apenas as imagens de fundo que representam o pentagrama são opacas, todos os outros elementos de imagem possuem o fundo transparente. O formato das imagens utilizadas na interface gráfica é o GIF, a escolha baseou-se no fato desse formato possuir transparência compatível com vários navegadores *web*. As imagens de notas e pausas não são redimensionadas quando apresentadas na tela para que seja mantida uma boa aparência ao serem visualizadas no navegador *web*.



Figura 7. Editor de exercícios

Optou-se por utilizar uma imagem GIF para cada nota ao invés de figuras básicas como bandeirolas e hastes para facilitar a inserção e remoção de notas e pausas. Essas operações funcionam de forma similar: primeiro é feito a alteração no metamodelo e depois é desenhado a partitura correspondente. Uma regra importante da notação musical é o fato de que, caso a nota ultrapasse os limites do pentagrama, linhas auxiliares deverão ser desenhadas. No sistema TAW, optou-se por utilizar imagens das figuras rítmicas com essas linhas quando necessárias.

Ao acionar o comando ouvir, é feita uma requisição ao servidor para que o programa receba os dados do metamodelo e transforme os dados em uma informação sonora no formato midi.

A transformação do metamodelo em um arquivo MIDI começa com o recebimento dos dados enviados pela interface apresentada no navegador. Assim que o metamodelo é recebido, um arquivo modelo contendo o formato básico para utilização do programa LilyPond é carregado pelo programa, em seguida, os dados recebidos (metamodelo) são inseridos em um ponto específico do modelo lido. Feito isso, um arquivo temporário já válido para processamento é gravado em disco. Após a gravação desse arquivo, o programa LilyPond passa a ser executado gerando três arquivos: um no formato PDF, um no formato PS (postscript) e um no formato MIDI. O arquivo no formato MIDI é movido para uma pasta que possui o papel de repositório. Os outros arquivos gerados são descartados. Uma vez gerado o MIDI, ele tem sua localização gravada em uma tabela de um banco de dados. Em seguida, o programa envia uma cadeia de caracteres no formato de um *link url* como resposta, contendo a localização do arquivo midi a ser reproduzido.

No lado cliente, o editor recebe a cadeia de caracteres contendo a localização do que deverá ser reproduzido e, por meio de uma rotina feita em *javascript*, cria um novo elemento no documento aberto no navegador, contendo o código padrão de execução de arquivo midi. Essa mesma rotina é utilizada para a audição de exercícios sem a necessidade de utilização do editor.

## 5. Considerações Finais

A base do programa pode ser expandida de muitas formas; a princípio, o sistema TAW trabalha apenas com sons monofônico, ou seja, somente um instrumento por vez, uma melhoria a ser considerada trata-se da implementação de polifonia.

Dentre as possibilidades de expansão do sistema TAW, pode-se incluir a edição e geração de partituras completas de música e exportá-las em formato pdf e/ou png. Outra característica interessante a ser implementada é um mecanismo para intercâmbio entre outros aplicativos tais como exportação em midiXML, notação ABC e a importação de arquivos no formato MIDI.

Além disso, o trabalho atual pode ser transformado em uma ferramenta de EAD completa dentro do âmbito de ensino musical com a adição de recursos para interação entre professores e alunos tais como chat, blog e fórum, assim como a criação de um repositório de materiais que possam ser disponibilizados pelos professores.

Testes empíricos serão realizados em trabalhos futuros com a ferramenta para auferir sua eficácia.

## Referências

- [1] Almeida, M. E. B. Educação á distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, (2003), p. 327-340.
- [2] Freeman, Richard . Planejamento de sistemas de educação à distância: Um manual para decisores. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/col/planejamentosistemas.pdf>>. Outubro 2009.
- [3] Med, Bohumil. Teoria da música. 4. ed. Brasília: Musimed, (1996).
- [4] MusicXML, Methodology and Technical Methods. Disponível em: <<http://www.recordare.com/xml/mainz2006-talk.pdf>>. Novembro 2009.
- [5] Phillips, Dave (2011). At the Sounding Edge: Music Notation Software For Linux. <<http://www.linuxjournal.com/article/8629>>. Julho 2011.
- [6] POZZOLI, Heitor. Guia Teórico- Prático para o Ensino do Ditado Musical. São Paulo: Ricordi, (1983).
- [7] PRIOLLI, Maria Luisa de Mattos. Princípios Básicos da Música para a Juventude. 49 ed. Rio de Janeiro: Casa Oliveira de Músicas, (2007).