



Caminhos computacionais para a acessibilidade e a educação musical do deficiente visual

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

Alexandre Henrique dos Santos

Programa de Pós-graduação em Música - IA - UNICAMP – e-mail: alexjazzbass@gmail.com

Vilson Zattera

Laboratório de Acessibilidade – Biblioteca Central - UNICAMP – e-mail: vilson.zattera@gmail.com

José Fornari

Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora - UNICAMP – e-mail: tutifornari@gmail.com

Adriana do Nascimento Araújo Mendes

Departamento de Música - IA - UNICAMP – e-mail: aamend65@gmail.com

Resumo: Na música feita com recursos computacionais, usuários cegos normalmente enfrentam o desafio de terem que lidar com símbolos gráficos transduzidos para o domínio verbal (com o auxílio de softwares leitores de tela), mas cujo processo ainda é realizado de maneira limitada. Este trabalho teórico apresenta uma discussão sobre quatro possíveis frentes tecnológicas que deverão possibilitar a acessibilidade à produção musical e ao processamento de áudio para usuários deficientes visuais, bem como a utilização de suas habilidades intrínsecas, como audição aprimorada.

Palavras-chave: Acessibilidade. Audição Aprimorada. Música Computacional.

Title of the Paper in English Computing Pathways for the Musical Education and Accessibility of the Visually Impaired

Abstract: In music made with computer resources, blind users often undergo the challenge of having to deal with graphic symbols transduced for the verbal domain (with the aid of computer screen readers softwares) even though it is still done in a limited manner. This theoretical work presents a discussion on four possible technological paths which could provide accessibility to music production and audio processing for visually impaired users, as well as the use of the enhanced hearing presented by some of such users.

Keywords: Accessibility. Enhanced Hearing. Computer Music.

1. Introdução

Entre os fenômenos sociais mais debatidos atualmente o acesso aos recursos tecnológicos para diversas aplicações da vida cotidiana se colocam como um dos mais significativos. Como discorre Levy:

A incidência cada vez mais pregnante das realidades tecnoeconômicas sobre todos os aspectos da vida social, e também os deslocamentos menos visíveis que ocorrem na esfera intelectual obrigam-nos a reconhecer a técnica como um dos mais importantes temas filosóficos e políticos do nosso tempo (LEVY, 2010: 7).

As transformações sociais e econômicas proporcionadas pelo avanço das tecnologias, principalmente da área da informática nas últimas décadas, fazem com que os indivíduos que não tenham acesso a esses recursos estejam desfavorecidos de usufruir de

ferramentas disponíveis em qualquer área social. No caso dos deficientes físicos, (especialmente os deficientes visuais, dos quais se trata neste trabalho) que vêm a décadas lutando por um espaço de reconhecimento social, o acesso a essas tecnologias torna-se necessário e acima de tudo um direito. Louro (2012) nos lembra que a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu o ano de 1981 como sendo o “Ano Internacional das Pessoas Deficientes”, o que levou a uma série de reflexões, conscientizações e pesquisas relacionadas à inclusão social das pessoas com deficiência, criando assim um novo conceito chamado de *Paradigma de Suporte*. O *Paradigma de Suporte* se baseia no pressuposto de que “a pessoa com deficiência tem direito à convivência não segregada e ao acesso imediato e contínuo aos direitos disponíveis aos demais cidadãos” (LOURO, 2012: p. 27). A partir dessa ideia a autora diz que “cabe à sociedade adequar-se à necessidade de todas as pessoas” (LOURO, 2012: p. 28).

As tecnologias eletrônicas atualmente disponíveis e direcionadas à área musical incluem ferramentas de *hardware e software* projetadas para realizar diversas tarefas, como: notação musical, gravação e edição de áudio e *softwares* para acompanhamento e sequenciamento Musical Interface Digital Instrument (MIDI). Mesmo com o grande avanço tecnológico, que reflete em inúmeras contribuições para o estudo da música para essas pessoas, a maioria de tais ferramentas disponíveis apresenta algum tipo de dificuldade ou representa um obstáculo de manipulação pelos usuários, em particular, àqueles que são deficientes visuais, devido ao fato de que as ferramentas (*softwares*) de música possuem suas interfaces quase que exclusivamente de forma gráfica e que são pouco acessíveis aos Leitores de Tela (ferramentas de software text-to-speech, especializadas em transformar palavras e frases de arquivos de texto em linguagem sonora, através de um sintetizador de voz, que pode ser escutada pelo usuário).

Esse trabalho propõe o estudo teórico de alternativas de acessibilidade para os músicos deficientes visuais no que tange ao uso das tecnologias digitais aplicadas à música e à educação musical.

2. Tecnologia, educação e acessibilidade

O termo tecnologia na educação vem sempre acompanhado da ideia de inovação. Segundo Cardoso (1997, p.2), “o termo é sempre utilizado como sinônimo de mudança ou de renovação e reforma, sem, contudo, tratarem de realidades idênticas”. De acordo com a autora, inovação não é uma mudança qualquer; ela tem um caráter intencional, afastando do seu campo mudanças produzidas pela evolução natural do sistema. A inovação é, pois, uma

mudança deliberada e conscientemente assumida, visando uma melhoria da ação educativa (CARDOSO, 1997, p. 3). A inovação não é uma simples renovação, pois implica uma ruptura com o sistema vigente.

No caso das tecnologias desenvolvidas para a acessibilidade dos músicos cegos, as mesmas são, na maioria das vezes, projetadas visando garantir a possibilidade de acesso do deficiente visual a ferramentas computacionais que foram na verdade desenvolvidas por/para pessoas músicos videntes (com visão normal). No entanto, o verdadeiro inovar para a acessibilidade é construir ferramentas para o usuário cego, de modo que este indivíduo tenha maior autonomia para usá-las.

Com o advento da tecnologia computacional, as representações gráficas de linguagem e música foram naturalmente levadas para a mídia digital. Os computadores são programados em "linguagens de programação", que são baseadas em estruturas de linguagem humana, e organizadas em textos, com regras e significados semânticos e sintáticos. No computador pessoal moderno, embora haja uma saída de áudio, parece inegável que a saída de dados mais relevante é visual, apresentada através do monitor do computador. A entrada de dados do usuário é normalmente feita pelas interfaces gestuais tradicionais (ou seja, mouse e teclado), que, de certa forma, também dependem do sentido da visão para que seja devidamente operado. Neste cenário, o usuário com deficiência visual tem, em princípio, uma grande desvantagem para acessar informações de dados do computador da maneira tradicional. Em termos de música feita por computadores, os músicos cegos podem enfrentar o desafio de terem de lidar com símbolos gráficos via softwares (ou seja, leitores de tela), como a única forma possível de acesso à análise, transformação e síntese de sons e música.

Por outro lado existe um contraponto que, em alguns aspectos, pode vir a colocar esses músicos em vantagem em relação às pessoas videntes. Esses mesmos músicos, como as demais pessoas privadas de visão, podem também apresentar vantagens aurais, em comparação com os músicos videntes a certos aspectos acústicos, tais como a percepção de sutis variações do timbre e acurada localização espacial de fontes sonoras. A quantidade de dados que transmite uma retina humana para o cérebro é aproximadamente de 10 milhões de bits por segundo, o que é comparável a uma conexão padrão de internet a cabo. Sem a visão, a área do cérebro que deveria processar dados visuais (córtex cerebral) é recrutada para processar informações de outros sentidos, como o tato, o olfato e a audição. Tal fenômeno, conhecido como Neuroplasticidade Cross-Modal (*Cross-modal Neuroplasticity*) e vem sendo estudado, entre outros, em indivíduos com deficiência visual que apresentam audição aprimorada (LOTFI, 2010). Por exemplo, em um estudo anterior, foi demonstrado que as

peças que perderam a visão em uma idade precoce poderiam localizar um som, especialmente a partir de pistas monaural, melhor do que videntes (GOUGOUX, 2005).

A seguir são apresentadas quatro frentes de pesquisa futura que visam promover a acessibilidade bem como explorar a excelência sonora dos músicos cegos por meio de recursos computacionais. Pretende-se aqui abordar como esses quatro temas serão eventualmente úteis na educação musical, bem como antever as possíveis implicações perceptivas cognitivas e estéticas do futuro desenvolvimento de tais modelos computacionais de análise, processamento e síntese de dados simbólicos e acústicos, que serão analisados e utilizados em composições de música contemporânea e performances, conforme descrito a seguir.

3. Acessibilidade musical através de padrões notacionais

Existem diversas ferramentas de software desenvolvidas para fornecer acesso a análise, manipulação e criação de dados musicais simbólicos. Alguns exemplos são: Lilypond (<http://www.lilypond.org>), *ABC notation* (<http://abc.sourceforge.net>) e Guido (<http://science.jkilian.de/salieri/GUIDO/index.html>). Estas são linguagens customizadas que visam facilitar a criação e a edição de notação musical por meios computacionais. Um exemplo mais recente é VexTab (<http://www.vexflow.com/vextab/>), que permite processar notação musical on-line (em um web-browser). Ferramentas como estas visam facilitar o acesso e diminuir o tempo necessário para a preparação de partituras. No entanto, o acesso primordial a tais ferramentas se dá através das interfaces gestuais típicas, ou seja, o mouse e o teclado do computador. A saída de dados mais importante é gráfica, dada pela tela do computador. Isto dificulta o acesso computacional do músico cego.

Esta frente de pesquisa visa minimizar este problema, acelerando o processo de criação de partituras musicais, através do uso de uma linguagem abreviada musical que seja intuitiva e também capaz de representar textualmente alguns padrões musicais recorrentes, reduzindo assim a quantidade de informação simbólica a ser inserida pelo usuário para criar uma partitura musical completa. Este projeto pretende coletar um catálogo de padrões musicais com grande probabilidade de ocorrências. Tais padrões serão associados com símbolos estenográficos que sejam facilmente assimiláveis e rápidos de serem anotados. Desse modo, pode-se criar uma partitura com maior velocidade apenas acessando uma biblioteca de padrões musicais. O principal objetivo deste desenvolvimento é criar um modelo computacional capaz de coletar padrões musicais recorrentes e relacioná-los a dados simbólicos unitários. A escolha de um sistema notacional em modo texto visa beneficiar

diretamente a portabilidade, a acessibilidade e a educação musical, favorecendo a sua utilização, não somente para o músico cego, mas também às pessoas com outras deficiências físicas e motoras, bem como para o usuário comum, que necessita de um método rápido de notação musical.

4. Reconhecimento automático de padrões textuais

Dentre os Leitores de Tela, podemos citar como algumas das mais conhecidas ferramentas: JAWS (*Job Access With Speech*, da *Freedom Scientific*), o Window-Eyes (da *GW Micro*), Dolphin Supernova (da *Dolphin*), *System Access* (por *Serotek*), *ZoomText Magnifier & Reader* (da *AiSquared*). As ferramentas de software livre mais conhecidas são: ORCA (<http://projects.gnome.org/orca/>) e NVDA (NonVisual Desktop Access). Estes são exemplos importantes de aplicações para o mercado anglofônico. No entanto, os recursos que esses softwares oferecem estão limitados a sistemas operacionais específicos e ao acesso restrito a arquivos e aplicações que tenham compatibilidade com tais ferramentas. Por esta razão, pretende-se, neste tema de estudo, desenvolver um modelo computacional capaz de ler textos de uma forma aleatória, mesmo que organizadas em diferentes: formatos (não apenas os caracteres de textos, mas também inseridos em imagens digitais), direções (horizontal, vertical, oblíquo), cores e tamanhos. Tal modelo permitirá o acesso a pessoas com deficiência visual para a leitura automática de qualquer agrupamento de caracteres que constitua uma palavra. Isso pode ser realizado através do simples movimento do cursor do mouse na tela. Utilizando um algoritmo de OCR (*Optical Character Recognition*), cada palavra será identificada automaticamente e lida, por meio de um sintetizador de voz. Assim, ao manipular o ponteiro do mouse, o usuário cego poderá não apenas ler cada palavra, mas também criar um mapa mental da posição de cada item lido na tela do computador, intuitivamente aprendendo a localização espacial de cada objeto gráfico (menus, comandos, controles, campos de texto, etc.) da GUI da ferramenta de software. Esta será uma estratégia de visão computacional para a identificação automática de caracteres, seus agrupamentos formando palavras e sua subsequente sonificação. Isto permitirá que deficientes visuais tenham acesso não supervisionado às diferentes plataformas de software de música.

5. Parametrização gestual de paisagens sonoras artificiais

Tal como descrito em Shellard et al. (2011), paisagem sonora é um fenômeno sonoro acústico auto-organizado, de onde pode emergir um significado estético. Paisagem sonora (*soundscape*) é um termo cunhado por Murray Schafer, que se refere a todo ambiente

de imersão sonora imediatamente percebido por qualquer ouvinte e que pode interagir com este, seja passivamente (ouvindo e reconhecendo o espaço acústico) ou tomando um papel mais ativo, sendo parte de sua composição dinâmica (SCHAFER, 1957). Assim, a sonoridade de uma paisagem sonora é também o resultado da percepção e da cognição deste som pelo ouvinte. O termo paisagem sonora faz uma referência direta à paisagem física (*landscape*), que também pode ser reconhecida pelos seus aspectos cognitivos, tais como: 1) Primeiro plano; 2) Formação; 3) Delineamento; 4) Andamento; 5) Área; 6) Densidade; 7) Volume; e 8) Silêncio. Segundo Schafer, uma paisagem sonora pode ser formada por cinco categorias sônicas de conceitos analíticos. São estas: 1) Tônica (formada por sons ao vivo e onipresentes, geralmente percebidos pelo ouvinte como fundo sonoro); 2) Sinais (sons em plano frontal, o que chama a atenção consciente do ouvinte); 3) Marcas sonoras (sons encontrados exclusivamente em cada paisagem sonora); 4) e Objetos sonoros (definido por Pierre Schaeffer, são os componentes atômicos de uma paisagem sonora, um evento acústico constituído por aspectos que levam o ouvinte a uma percepção sonora que é especial e única) e 5) Símbolos de som (sons que evocam respostas cognitivas e afetivas, com base no contexto sócio-cultural e pessoal de cada ouvinte).

Este tema tem como objetivo estudar as estratégias de desenvolvimento de modelos computacionais que permitam os músicos deficientes visuais a exercer suas habilidades auditivas avançadas (devido à neuroplasticidade cross-modal) para construir paisagens sonoras por meio de controladores gestuais. Tais músicos irão mapear, explorar e controlar a localização espacial das fontes sonoras, assim como outros aspectos intrínsecos dos sons, tais como: pitch (percepção da altura musical), loudness (percepção da intensidade), timbre, ritmo, reverberação, etc. Com isto o usuário poderá interagir artisticamente com o modelo computacional e criar sistemas acústicos complexos controlando gestualmente a geração de objetos sonoros necessários e suficientes para compor paisagens sonoras artificiais.

6. Algoritmos evolutivos de música generativa

Algoritmos adaptativos têm a capacidade de modificar a sua estrutura funcional de acordo com os seus dados de entrada, a fim de otimizar (evoluir) o processamento dos dados de saída. Em música computacional, modelos adaptativos de síntese sonora permitem criar infinitos caminhos evolutivos para se gerar o mesmo resultado sonoro. Este caminho dinâmico de evolução de um processo de síntese sonora pode vir a ser esteticamente mais relevante do que um resultado final alcançado. Contrapondo-se a uma abordagem

consequencialista, onde "os fins justificam os meios", pode-se arguir que, para os modelos adaptativos musicais, são os meios que justificam os fins.

Alguns destes modelos são inspirados na teoria da evolução darwinista. Estes são os chamados modelos evolutivos, que simulam os processos de reprodução e seleção de indivíduos (possíveis soluções) que constituem um conjunto população. Normalmente esses modelos evolutivos são usados na resolução automática e semi-supervisionada de problemas complexos (FORNARI; MANZOLLI; MAIA, 2005). Um método de síntese sonora evolutiva é baseado em princípios da computação evolutiva, para gerar sons em passos geracionais, como inicialmente proposto por Manzolli et al. (2001). Esta frente de pesquisa utilizará a metodologia de síntese sonora evolutiva, como descrito acima. Porém, ao invés de gerar segmentos sonoros, este novo modelo irá gerar segmentos simbólicos musicais (notação musical ou protocolo MIDI). Neste projeto, o controle paramétrico do processo evolutivo será controlado em tempo-real por músicos cegos, para que estes possam exercer as suas capacidades auditivas aprimoradas a fim de, através do processo evolutivo, gerar composições musicais. Pretende-se com isto criar um processo musical de meta-composição assistida, onde a sequência geracional dos segmentos simbólicos irão descrever um caminho evolutivo original, correspondente a uma estrutura composicional, resultando numa partitura musical final, onde o seu criador será um meta-compositor, ou seja, aquele que compõe um processo de composição musical.

7. Conclusão

Este estudo teórico apresenta quatro caminhos de pesquisa utilizando modelos computacionais para a acessibilidade e a educação musical de músicos deficientes visuais. Tais pesquisas estão focadas principalmente na evolução da tecnologia musical através de ferramentas de software e hardware que visam não apenas promover a acessibilidade para os músicos com deficiência visual, mas também permiti-los exercer e exprimir artisticamente a sua excelência aural, dada pela neuroplasticidade cross-modal. A intenção aqui é estudar os métodos e ferramentas computacionais, bem como analisar as implicações perceptivas, cognitivas e afetivas de tais modelos computacionais para a análise, processamento e síntese de dados sonoros simbólicos e acústicos, que podem ser usados pelo músico cego na composição de música contemporânea e arte sonora. Esta pesquisa pretende, acima e além de tudo, proporcionar o direito de acesso e uso aos recursos computacionais pelos músicos cegos. A implementação da inserção de tais indivíduos em campos acadêmicos e profissionais irá contribuir para diminuir a diferença de acessibilidade aos recursos de tecnologia da



informação por meio do cidadão cego, contribuindo assim, para uma maior equiparação sociocultural.

Referências:

- CARDOSO, Ana Paula P.O. Educação e Inovação. *Revista Millenium*, v. 6. Mar. 1997.
- FORNARI, José; MANZOLLI, Jônatas; MAIA JR., Adolfo. Síntese evolutiva de segmentos sonoros - SESS. In: II SEMINARIO DE MUSICA, CIENCIA E TECNOLOGIA, 1, São Paulo. Proceedings on-line. 2005.
- GOUGOUX F, Zatorre RJ, Lassonde M., P. Voss, Lepore F. Um estudo de neuroimagem funcional de localização sonora em indivíduos precocemente cegos. DOI: 10.1371 / journal.pbio.0030027. 2005.
- LEVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência- o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução: Carlos Irineu da Costa. 2ª ed. São Paulo: Editora 34, 2010.
- LOTFI B. Merabet, Alvaro Pascual-Leone. Reorganização neural após perda sensorial: a oportunidade de mudança. *Nature Reviews Neuroscience* 11, 44-52. 2010.
- LOURO, Viviane. *Fundamentos da aprendizagem musical da pessoa com deficiência*. 1ª ed. São Paulo: Editora Som, 2012.
- MANZOLLI, J.; FORNARI, J.; MAIA JR., A., DAMIANI F.. *The Evolutionary Som SynthesisMethod*. Paper Short. ACMmultimedia, ISBN: 1-58113-394-4.USA. 2001.
- SCHAFER, R.M. *Soundscape*. Livros destino (Outubro, 1993). ISBN-10: 0892814551. 1957.
- SHELLARD, Mariana, OLIVEIRA, L. F., FORNARI, J., MANZOLLI, J. Abdução e significado em Paisagens Sonoras. *Revista Kinesis*, Vol. III, n.5, Julho-2011, p. 43-67. 2005.