

Investigando Tecnologias Educacionais para o Ensino e Aprendizagem de Música para Deficientes Visuais Totais

Sara Elene Lobato dos Remedios¹, Sandro Luís Freire de Castro Silva¹, Simone Bacellar Leal Ferreira¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)
Av. Pasteur, 458, 22290-255-Rio de Janeiro, RJ

sara.lobato@edu.unirio.br, sandro@edu.unirio.br, simone@uniriotec.br

Abstract. *O surgimento de tecnologias assistivas para o ensino de música para cegos trouxe inúmeros benefícios, porém, mesmo com a evolução tecnológica, os diferentes métodos de ensino podem não abranger a totalidade desse grupo. Portanto, se faz necessário conhecer as tecnologias disponíveis, para os pontos de convergência sejam conhecidos e novas funcionalidades sejam propostas. Para essa tarefa, este trabalho tem como objetivo investigar na literatura as tecnologias educacionais que apoiam o ensino e aprendizagem de música para deficientes visuais totais por meio de um mapeamento sistemático da literatura. Este trabalho apresentou um levantamento de tecnologias voltadas para músicos e alunos de música deficientes visuais.*

1. Introdução

Segundo o último censo realizado no Brasil 3,5% da população possui algum tipo de deficiência visual, e desse grupo, cerca de 528.624 pessoas são incapazes de enxergar (cegos) [1]. Assim como outros grupos de pessoas com deficiências, os cegos no Brasil têm de conviver diariamente com a dificuldade da garantia de direitos, especialmente em temas como mobilidade urbana, saúde e educação.

Apesar dos desafios, nos últimos anos, iniciativas significativas foram tomadas para o acesso à educação de pessoas cegas. Um exemplo é a criação da Portaria do Ministério da Educação (MEC) n. 3.284, de 07 de novembro de 2003, que determina requisitos de acessibilidade e garante que alunos deficientes visuais tenham acesso a todos tipos de recursos, seja tecnologias assistivas ou adaptações pedagógicas, que garantam sua educação básica [2]. Pode-se dizer que por meio de políticas públicas, muitos deficientes visuais garantiram seu direito à educação, porém, acredita-se que um fator pode ter sido decisivo para apoiar esse avanço: o desenvolvimento tecnológico.

Em meio às diversas formas de promover a inclusão à educação por meio de tecnologias assistivas, destaca-se a presença do ensino de música como um forte aliado. Nesse caso, duas ferramentas, tecnologia e música, unem-se no processo ensino-aprendizagem de um público específico: alunos de música e deficientes visuais. É comum que essas pessoas aprendam algum instrumento musical e toquem com excelência pois são as que mais possuem o “ouvido absoluto” comparadas às pessoas videntes [3, 4]. Antes das tecnologias com finalidade de auxiliar o ensino-aprendizagem de música, a audição de uma pessoa nessas condições era o único recurso que ela dispunha para aprender música, o que era um grande limitador para a inserção dessas pessoas no ambiente de aprendizagem.

Por meio de tecnologias educacionais que apoiam o ensino e aprendizagem, é possível que esse público específico não só aprenda melodias, mas também crie suas partituras, permitindo que o aluno com limitações visuais possa exercer sua capacidade criativa. Outrossim, esse tipo de tecnologia possibilita que tanto o aluno de música deficiente visual quanto o aluno vidente executem as mesmas atividades durante a aula de música simultaneamente, assegurando na prática a acessibilidade [5].

A profusão de tecnologias assistivas para o ensino de música trouxe inúmeros benefícios, porém, mesmo com a evolução tecnológica, os diferentes métodos de ensino e abordagens podem não abranger totalidade desse grupo, o que torna necessário conhecer essa gama de tecnologias disponíveis, para que a partir disso, os pontos de convergência sejam conhecidos e novas funcionalidades sejam propostas. Para essa tarefa, este trabalho tem como objetivo investigar na literatura as tecnologias educacionais que apoiam o ensino e aprendizagem de música para deficientes visuais totais por meio de um mapeamento sistemático da literatura.

Além desta seção de introdução, este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 traz a metodologia do estudo; na Seção 3, é apresentado o resultado do mapeamento; a Seção 4 traz a discussão dos trabalhos encontrados; e, por fim, a Seção 5 conclui o artigo.

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida com base em diretrizes para realização de mapeamentos sistemáticos da literatura (MSL) [6, 7]. As diretrizes propõem a execução das seguintes etapas: i) planejamento da pesquisa; ii) definição das questões de pesquisa; iii) elaboração da string de busca; iv) critérios de inclusão e exclusão; v) critérios de seleção; e vi) extração de dados.

A questão de pesquisa (QP) que apresenta os objetivos deste estudo foi formulada de acordo com os critérios especificados no PO (*Population, Outcomes*). Onde: **P** - Estudos que abordam ensino de música para cegos e; **O** - Artefatos tecnológicos voltados para o ensino de música para cegos.

O objetivo do estudo foi definido com base no GQM (*Goal-Question-Metric*) [8]: **analisar** estudos que abordam o ensino de música para deficientes visuais totais **com o propósito de** conhecer as tecnologias utilizadas no ensino de música **para** esse público específico (cegos) **do ponto de vista de** pesquisadores no contexto de sistemas

de informação. As buscas foram feitas nas bibliotecas digitais ACM e Web of Science.

2.1. Definições das Questões de Pesquisa

A questão de pesquisa (QP) deste estudo foi: “*Quais os softwares mais utilizados para o ensino de música para cegos?*”. Para complementar a questão de pesquisa, foram definidas subquestões (Sub-Q) para que as informações coletadas fossem analisadas a partir destas questões: “*Quais as principais características identificadas nos softwares?(Sub-Q1)* e “*Quais as principais dificuldades relatadas pelos autores?(Sub-Q2)*”.

2.2. Elaboração da String de Busca

A string definida foi: ((“*software*” or “*technology*”) AND (“*music*”) AND (“*blind*”) AND (“*education*”)).

2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

Para selecionar os artigos retornados pela string de busca nas bibliotecas digitais, foram definidos critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE). Para ser aceito, o artigo bastava atender ao menos um dos CI e para ser excluído bastava atender ao menos um dos CE. Os critérios estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Critérios de Inclusão e Exclusão

ID	Critério de Inclusão
CI1	O estudo apresenta alguma tecnologia voltada para o ensino de música para deficientes visuais.
CI2	O estudo avalia uma tecnologia de ensino de música voltada para o público de deficientes visuais.
CI3	O estudo deixa claro quais os artefatos tecnológicos utilizados para a execução da pesquisa.
#	Critério de Exclusão
CE1	O artigo não menciona tecnologias de música para deficientes visuais.
CE2	O estudo não é um estudo primário.
CE2	O estudo é antigo e descontextualizado.

2.4. Critérios Seleção

Os estudos foram selecionados por meio das seguintes etapas: (1) busca nas bibliotecas digitais; (2) a leitura de título, resumo e palavras-chave; (3) leitura da introdução e conclusão; (4) leitura completa; e (5) extração dos dados. Para a execução da etapa 4 foram definidos critérios de qualidade (CQ) para analisar se os resultados obtidos respondem às questões necessárias para esta pesquisa. Os estudos que não corresponderam a todos os CQ definidos, foram excluídos. Os critérios de seleção são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Critérios de Qualidade

CQ	Descrição
CQ1	O estudo define claramente o objetivo da pesquisa (define questão de pesquisa)?
CQ2	O estudo apresenta questões relevantes quanto ao ensino de música para cegos.
CQ3	O estudo deixa claro quais os artefatos tecnológicos utilizados para a execução da pesquisa.

2.5. Extração dos Dados

Os dados foram extraídos e registrados em uma planilha eletrônica com: a) um código de identificação para o estudo (ID); b) o título do estudo; c) o ano em que foi publicado; d) os autores do estudo; e) onde o estudo foi publicado; f) quais os *string*softwares o estudo menciona; e e) quais as dificuldades relatadas.

Apesar deste trabalho ter seguido minuciosamente todas as etapas da metodologia para garantir a confiabilidade, podem existir fatores que tornem os resultados incertos. Para isso, os CQ foram empregados pelos pesquisadores buscando reduzir erros nos textos dos trabalhos analisados que possam ter acarretado inconsistências nas análises de resultados. Outro fator a ser levado em consideração é a presença de apenas dois pesquisadores para validar os resultados obtidos.

3. Resultados

Primeiramente foi executada a string de busca nas bases; o total de trabalhos retornados foi de 548, sendo retirados os duplicados, restando 533. Feito isso, aplicou-se o primeiro filtro através dos CI e CE e da leitura de título, resumo e palavras-chave, restando apenas 25 estudos. O segundo filtro foi aplicado por meio da leitura da introdução e conclusão, restando 19 estudos. O terceiro filtro então foi aplicado fazendo a leitura completa dos estudos e seguindo os CQ, finalizando então com 13 estudos. Após essa etapa, foi iniciada a extração dos dados.

Os estudos selecionados foram publicizados¹. Os dados extraídos buscaram responder à QP e SubQ's. Os seguintes *softwares* utilizados para o ensino e aprendizagem de música, para cegos, foram identificados: Braille Music Editor (com versão gratuita e paga), Toccata (comercial), Goodfeel (comercial), RS Braille, MusiBraille (gratuito), InvisibleSound, Musica Parlata e Zero-Vision. A Tabela 1 apresenta os *softwares* encontrados, e os estudos de referência.

Tabela 3: Softwares mais utilizados para o ensino de música para cegos (QP)

Software	Estudo
Braille Music Editor	E11 e E12
Toccata	E11 e E12
Goodfeel	E1, E11 e E12
RS Braille	E13
MusiBraille	E9 e E11
InvisibleSound	E4
Musica Parlata	E10
Zero-Vision	E12

Os estudos E11 e E12 apresentam diversos *softwares* para ensino de música, destacando o Braille Music Editor, Toccata e o Goodfeel como programas conhecidos para transcrever músicas em Braille. O E12 sugere

¹https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vQrbkLqBfewgYXHWauJwn4sXkg9FBaj6_R7skiSgZJcxBIhGhhXr6888cHCWRBSg2divrQS-dfPXkL1/pubhtml

o *software* Zero-Vision, como uma alternativa, pelo fato de possuir um sequenciador MIDI, que permite ao músico cego fazer suas próprias produções musicais. O mesmo estudo menciona os *softwares* Toccata e Goodfeel, pois são usadas instâncias presentes nestes *softwares* para a criação do Zero-Vision. O E11 apresenta de forma detalhada o projeto Musibraille, um *software* voltado para o ensino e aprendizagem de música para o público deficiente visual, sendo um dos programas mais utilizados no Brasil.

No que diz respeito às contribuições metodológicas atreladas a tecnologia para o ensino de música para cegos, o E1 apresenta uma pesquisa com 11 profissionais, produtores e compositores, cegos, para compreender como realizam seu trabalho e identificar tecnologias que atendam às suas necessidades. Outro trabalho relevante é E10, que propõe métodos para deficientes visuais estudarem música sem usar o Braille, propondo a metodologia Musica Parlata, que faz com que o usuário cego cante o nome das notas, trazendo a percepção direta que se tem com uma partitura.

Ainda no que diz respeito aos aspectos metodológicos do ensino, no estudo E3 os autores apresentam uma tecnologia para ensinar harmonização melódica e tonal, para recomposição musical e escuta de partituras, tendo como uma das finalidades ajudar crianças cegas a andar em linha reta. E em E9 é proposta uma metodologia de ensino de música, baseada no uso do *software* Musibraille, para crianças cegas.

Um ponto de destaque é que alguns trabalhos apresentam questões relacionadas à profissionalização desses músicos, como por exemplo E7 onde são discutidas descobertas sobre escolaridade, experiências de vida de músicos amadores, professores de música cegos e videntes que trabalham com alunos com deficientes visuais. Além disso o trabalho E5 explica o processo de digitalização de partituras em Braille para a seção de música de uma biblioteca nacional para cegos, o que pode ser útil para esses alunos quando se tornarem profissionais. Alguns dos artigos não apresentam um *software* específico, no entanto destacam requisitos importantes que um *software* desse tipo deve dispor para usuários deficientes visuais.

3.1. Quais as principais características identificadas nos softwares? (Sub-Q1)

Em meio aos principais aspectos que os *softwares* possuem, o sintetizador de voz, por meio de um leitor de tela, é um dos mais importantes. O trabalho E1 aponta as melhorias na acessibilidades desses programas, e relata que muitas empresas comerciais têm investido em tecnologias de leitores de tela, fazendo com que essa iniciativa seja considerada uma tendência. As pesquisas E9 e E11 também abordam a funcionalidade de *feedback* de áudio e leitor de tela em todas as funções.

O trabalho E2 apresenta uma série de requisitos que um *software* voltado para músicos cegos, e enfatiza o sintetizador de voz, através do acesso a tela (ex: NVDA ou JAWS). Outro requisito apontado é a inserção de notas e outros caracteres, inserção de comandos pelo teclado, e

criação de atalhos no teclado para a execução dessas ações, porém, essas teclas de atalho não devem coincidir com as padrão do sistema operacional do computador. Outros requisitos que o trabalho E2 aponta é a possibilidade de importar e exportar textos de música para arquivos de outras extensões, além da possibilidade de converter partituras musicais digitalizadas para formatos acessíveis, presentes nos *softwares* mencionados nos trabalhos E9 e E11.

Os trabalhos E10, E11 e E13 mencionam a presença de um menu com funções típicas de outros aplicativos como acesso às opções de configuração e ferramentas de ajuda. O *software* mencionado na pesquisa E10 contém materiais de áudio especial com as notas solfejadas, ou seja, “cantadas” no seu tom correto e é possível também adicionar outra informação, por exemplo os acordes ou o clique do metrônomo.

3.2. Quais as principais dificuldades relatadas pelos autores? (Sub-Q2)

Os autores dos estudos destacam dificuldades em ambientes de ensino de música e *softwares* mencionando-os em seus trabalhos. O trabalho E1 mostra que profissionais que produzem música precisam de programas específicos para executarem seu trabalho, mas se esse profissional for cego, ele possivelmente encontrará dificuldades na hora da produção das músicas, pois a maioria dos programas utilizados para essa atividade não é acessível, o que os leva a buscar um *software* adicional, na maioria das vezes com leitor de tela, para conseguir realizar suas tarefas.

O trabalho E4 reflete alguns argumentos para justificar o mercado pequeno de tecnologias acessíveis, como o valor da implementação, muitas vezes sem retorno financeiro. Outro argumento utilizado é que não há público suficiente que faça com que o desenvolvimento desse tipo de tecnologia seja rentável para as empresas fornecedoras. No entanto, os autores refutam esses argumentos, já que os custos de investimento em recursos de acessibilidade diminuiriam no decorrer dos anos, tornando viável o investimento em tecnologias acessíveis.

A pesquisa E2 relata dificuldades em ambientes de ensino de música no momento da troca de informação entre o professor vidente e o aluno cego, pois o aluno cego requer um professor com habilidades específicas. A pesquisa E11 também menciona essa dificuldade e destaca que professores de música às vezes se recusam a lecionar para alunos cegos, por não se sentirem aptos para tal atividade. O mesmo pode ocorrer quando o professor cego precisa lecionar para o aluno vidente, é provável que o professor tenha dificuldades na hora de explicar símbolos musicais. Assim, os autores do E2 destacam que o *software* usado em ambientes de ensino de música deve ser útil para ambos os grupos.

O trabalho E10 aponta duas limitações do *software* Musica Parlata. A primeira é a dificuldade de “ler” em paralelo vários versos melódicos. A outra limitação é que, apesar dos usuários cegos que testaram o *software* considerarem o programa fácil de usar, houveram alguns

relatos de dificuldades, como a presença de ecos que dificultaram a leitura das partituras.

4. Discussão

Os trabalhos analisados possibilitaram reflexões importantes no que diz respeito à acessibilidade em tecnologias musicais. O E1 trata essa questão como elemento central, e mostra preocupação com a alocação profissional do egresso cego de um curso de música mediado por tecnologia. A questão é que mesmo após aprenderem música e se alocarem profissionalmente, as dificuldades permanecem, fazendo com que estes profissionais tenham de recorrer a diversas ferramentas tecnológicas para produção musical, sinalizando que esses *softwares* não possuem nenhuma integração.

Pode-se dizer que a maioria desses *softwares* analisados precisam de melhorias em acessibilidade. Esse fenômeno faz com que os músicos cegos busquem *softwares* adicionais que tenham o recurso de leitor de tela e um suporte mais inclusivo. Por meio da análise, pode-se também observar que os músicos cegos precisam recorrer à ajuda de colegas videntes, pela complexidade de alguns *softwares*. O trabalho E1 abre portas para serem discutidas inovações nos programas de produção musical e composição. O intuito portanto, não é observar esses *softwares* exclusivamente para cegos, mas que os existentes sejam inclusivos, e possam ser usados por seus colegas com visão, já que eles realizam a mesma atividade.

No E4 os pesquisadores comentam sobre a escassez de *softwares* acessíveis e apontam que pouco apoio financeiro para implementação ou público alvo escasso são os principais argumentos utilizados para justificar essa carência. Contudo, esses argumentos podem ser considerados ultrapassados, uma vez que cada vez os custos para a produção de softwares têm diminuído, e também porque pessoas com deficiência estão presentes no mercado de trabalho e são produtivas.

O E10 apresenta o *software* e metodologia de ensino de música para deficientes visuais MUSICA PARLATA, que oferece ao aluno deficiente visual uma percepção auditiva das notas ao solfeja-las em suas respectivas linhas melódicas e reproduz o nome dos acordes. Esse método se mostra eficiente para decorar as notas musicais, aprender melodias, porém no que diz respeito à inclusão deixa a desejar, pois ele ignora a aprendizagem da musicografia Braille (teoria musical), e foca apenas no aprendizado prático, o que não acontece em salas de aula de música, onde as aulas são o conjunto de atividades teóricas e práticas.

Outro ponto relevante a ser discutido trazido pelo E5, é a formação de professores de música. Nem todo professor, que leciona em cursos de música, possui graduação em Música. Existem instituições de ensino de música onde não é necessário que professores de música tenham nível superior, apenas o curso de nível técnico é suficiente para ministrar aulas, porém em escolas regulares é indispensável o diploma de graduação. No entanto, os cursos

de graduação de música, nem sempre disponibilizam ao menos uma disciplina voltada para prepará-los para atender alunos com limitações.

O E11 relata que essa falta de preparo é motivo de professores de música se recusarem a lecionar para alunos com necessidades especiais, por não se sentirem capacitados, por isso um dos objetivos do projeto apresentado no trabalho, o MusiBraille é proporcionar um treinamento para educadores de modo a introduzi-los ao *software* e prepará-los para usar em sala de aula.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou um levantamento de tecnologias voltadas para músicos e alunos de música deficientes visuais. Pode-se constatar que são poucos os *softwares* comercializados ou acessíveis, e que muitos possuem limitações a serem resolvidas, além de outros ainda estarem em fase de testes.

Apesar da diversidade de ferramentas direcionadas a músicos e alunos de música cegos, e elas possuírem diversos pontos em comum, é primordial o aprimoramento de pesquisas que os sustentem e aperfeiçoem, dada a complexidade para se construir *softwares* como esses. Portanto, as evoluções dessas tecnologias devem ser contínuas, uma vez que podem ser listadas várias oportunidades de melhoria e aperfeiçoamento.

Como trabalhos futuros pretende-se fazer uma avaliação da interação de alunos de música, deficientes visuais totais, especificamente com os *softwares* para analisar as expectativas e necessidades desses usuários, identificando as principais barreiras enfrentadas por eles e a partir disso propor um ambiente de ensino mais adaptado.

Referências

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Technical report, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2012.
- [2] Brasil. Portaria nº 3.284, de 7 de novembro de 2003. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 2003.
- [3] Roy H Hamilton, Alvaro Pascual-Leone, and Gottfried Schlaug. Absolute pitch in blind musicians. *Neuroreport*, 15(5):803–806, apr 2004.
- [4] Emílio Figueira. *A presença da Pessoa com Deficiência Visual nas Artes - Projeto Ebooks*. 2009.
- [5] Artur Batista de Oliveira Rocha. O Ensino da Música para Deficientes Visuais. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 5(8):105–120, Novembro 2017.
- [6] Barbara Kitchenham and Stuart Charters. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [7] Kai Petersen, Sairam Vakkalanka, and Ludwik Kuzniarz. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64:1–18, 2015.
- [8] Victor R. Basili. Software modeling and measurement: The goal/question/metric paradigm. Technical report, USA, 1992.