DOI 10.20504/opus2026.32.51
Dossiê Música e Inteligência Artificial: inovações, desafios e perspectivas

Transformação digital e inteligência artificial: sobre possibilidades e propostas para o ensino e aprendizagem de produção musical

Júlio **Colabardini**
https://orcid.org/0000-0002-9541-6345
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Alexandre Virginelli **Maiorino**
https://orcid.org/0000-0002-3770-0217
(Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil)

Resumo: Este artigo apresenta uma pesquisa em andamento na Escola de Música da UFRN, que tem como objetivo discutir o ensino e aprendizagem de produção musical e a utilização de estações de trabalho de áudio digital por deficientes visuais. Entre as questões norteadoras dessa pesquisa estão: Quais as principais dificuldades encontradas por pessoas com deficiência visual na manipulação de softwares de áudio, e como elas podem ser superadas? Como a Inteligência Artificial pode ser utilizada para facilitar o acesso de pessoas com deficiência visual ao uso de softwares de produção musical? Nesse trabalho apresentamos a concepção pedagógica que embasa a pesquisa, uma revisão de literatura sobre o assunto, bem como o Projeto JUREMA – uma inteligência artificial generativa que pode ser integrada à prática de ensino e aprendizagem de produção musical. Os resultados apontam para a JUREMA como uma proposta de acessibilidade tecnológica alinhada às necessidades de pessoas com deficiência visual, de forma criativa e crítica, bem como para possibilidades de expansão e integração com outras tecnologias.

Palavras-chave: Produção Musical. Deficiência Visual. Inteligência Artificial. Ensino e Aprendizagem.

Digital Transformation and Artificial Intelligence: Exploring Possibilities and Proposals for Teaching and Learning in Music Production

Abstract: This article presents an ongoing research project at the School of Music of UFRN, which aims to explore the teaching and learning of music production and the use of digital audio workstations by visually impaired individuals. The guiding questions of this research include: What are the main challenges faced by visually impaired individuals in handling audio software, and how can these challenges be overcome? How can Artificial Intelligence be utilized to facilitate access for visually impaired individuals to music production software? In this study, we present the pedagogical framework underlying the research, a literature review on the topic, and the JUREMA Project – a generative artificial intelligence that can be integrated into the practice and teaching of music production. The results highlight JUREMA as a technological accessibility proposal aligned with the needs of visually impaired individuals, in a creative and critical manner, as well as possibilities for expansion and integration with other technologies.

Keywords: Music Production. Visual Impairment. Artificial Intelligence. Teaching and Learning.

COLABARDINI, Júlio; MAIORINO, Alexandre Virginelli. Transformação digital e inteligência artificial: sobre possibilidades e propostas para o ensino e aprendizagem de produção musical. *Opus* (Assoc. Nac. Pesqui. Pós-Grad. Música), João Pessoa, v. 32, e263251, p. 1-17, 2026.
http://dx.doi.org/10.20504/opus2026.32.51
Recebido em 06/10/2025, aprovado em 02/04/2026, publicado em 31/10/2026
Editor Responsável: Dr. Vinícius Eufrásio

Introdução

A transformação digital tem impulsionado mudanças significativas em diversos setores da sociedade; a música, de forma geral, e a educação musical não estão imunes a essas mudanças. A integração de tecnologias digitais no fazer música e na educação musical abre, entre outras questões, possibilidades, limites e potencialidades para o ensino e aprendizagem. É preciso trazer à superfície das discussões críticas importantes ao universo tecnológico, mas também considerar a possível emergência de ambientes interativos, acessíveis e personalizados.

Há tempos, temos acompanhado as reflexões de autores como Jenkins (2006), Gohn (2020), Kenski (2018), Sorj (2018), Colabardini (2021), Tobias (2015), entre outros, para compreender a cultura digital e suas influências sobre a música, a educação musical, a sociedade em geral e a educação. A transformação digital na música e na educação musical em particular representa uma revolução na maneira como criamos, atualizamos e compartilhamos material sonoro e conhecimento, bem como em seu acesso, o que particularmente é evidente na América Latina, uma região que enfrenta tanto oportunidades únicas quanto desafios significativos.

A transformação digital, especialmente no Brasil e América Latina, apresenta inúmeros desafios onde a desigualdade no acesso à tecnologia se destaca como uma questão central. Embora avanços tenham sido alcançados, muitas regiões ainda enfrentam problemas graves de infraestrutura tecnológica, sobretudo em comunidades rurais ou em situação de vulnerabilidade econômica. Nessas localidades, a oferta de suporte adequado a grupos mais vulneráveis – como pessoas com deficiência, idosos e outras minorias – é quase inexistente. Além disso, a conexão à internet é frequentemente instável, e a falta de equipamentos apropriados continua sendo uma barreira significativa ao pleno aproveitamento dos recursos digitais.

Nesse contexto, surgem também questões culturais e, no que tange à educação, a necessidade de continuidade da aprendizagem, além da formação tanto de professores quanto de estudantes. Na América Latina, há uma discrepância evidente entre a rápida introdução de tecnologias digitais na educação e a capacitação dos docentes para utilizá-las de maneira eficiente. A preparação dos professores para incorporar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas é fundamental, mas, muitas vezes, esse aspecto é negligenciado nos processos de digitalização. Sem treinamento adequado e suporte contínuo, o uso da tecnologia na educação tende a ser limitado, prejudicando a experiência de aprendizagem dos estudantes e comprometendo o aproveitamento pleno de seu potencial. (Nunes e Malagri, 2023)

Embora a transformação digital seja um fenômeno global, as particularidades de áreas do conhecimento específicas, bem como culturais, econômicas e sociais da América Latina demandam estudos mais aprofundados e contextualizados. Investigações locais podem oferecer informações importantes sobre como moldar estratégias que atendam às necessidades específicas, promovendo uma transformação digital mais inclusiva e eficaz.

Uma discussão que merece atenção neste cenário é aquela em torno da relação entre Inteligência Artificial (IA), música e educação. A IA, em particular, emerge como um vetor de inovação, capaz de oferecer soluções adaptativas que atendem às necessidades individuais dos alunos, transformando o

paradigma educacional. Esta "nova era", frequentemente denominada Educação 4.0, destaca a necessidade de preparar músicos, educadores musicais e estudantes de música não apenas com conhecimento, mas com habilidades que permitam o contato com um mundo cada vez mais digitalizado.

Destacamos ainda que a rápida evolução tecnológica também nos impele a refletir sobre os impactos éticos e sociais dessas inovações. O uso de tecnologias avançadas como a inteligência artificial na música não se limita a processos de ensino e aprendizagem, mas reconfigura práticas criativas, formas de interação e acesso. Nesse contexto, questões como a equidade no uso dessas tecnologias, o respeito às diversidades culturais e a valorização de variadas práticas artísticas, com particularidades distintas, emergem. Há também uma questão importante que deve ser levada em consideração que é o custo financeiro do uso dessas tecnologias. Assim, a equidade envolve também, especialmente quando falamos em América Latina, o uso de tecnologias preferencialmente gratuitas ou de baixo custo em relação ao que se oferece no mercado tradicional da produção musical. Além disso, há uma necessidade crescente de investigar como tais avanços podem promover inclusão social, especialmente para públicos frequentemente marginalizados, como pessoas com deficiência. Esses aspectos reforçam a relevância de pesquisas que conectem tecnologia, acessibilidade e inovação pedagógica.

Segundo Vicari (2021), uma tendência na tecnologia educacional é a personalização da educação para atender às necessidades individuais. Neste cenário e incentivados por uma discussão que inicialmente envolve aprendizagem de produção musical, deficiência visual e inteligência artificial, trazemos para esse trabalho uma pesquisa em andamento, intitulada Projeto JUREMA. Apresentamos uma abordagem de ensino e aprendizagem de produção musical para deficientes visuais, mas não exclusiva para este público, que utiliza como ferramentas centrais uma inteligência artificial acionada por comandos de voz e uma controladora tátil baseada em Arduino.

Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais reflexões que permeiam o projeto, bem como as ações já realizadas. A seguir discutiremos aspectos da concepção pedagógica referente ao ensino e aprendizagem de produção musical no projeto e, na sequência, apresentaremos outras discussões, resultados e apontamentos futuros.

1. *Visualidade, oralidade e deficiência visual na aprendizagem de produção musical*

As ferramentas digitais utilizadas no ensino e aprendizagem de produção musical estão enraizadas em representações visuais que facilitam a compreensão de conceitos abstratos como frequência, amplitude e dinâmica sonora. No ambiente de uma *Digital Audio Workstation* (DAW), a música não é apenas ouvida, mas vista: formas de onda, espectrogramas, trilhas sequenciais e blocos de MIDI tornam-se elementos indispensáveis para a composição e edição musical. Essa predominância visual reflete o que podemos chamar de "tecnologias como mediadoras culturais", onde o som é representado visualmente para torná-lo mais acessível, analisável e manipulável (Buckingham, 2009, 2010).

A organização do trabalho musical através de interfaces visuais também desloca a atenção dos aspectos puramente auditivos para práticas analíticas e espaciais. Como Marshall McLuhan (1964) argumenta, "o meio é a mensagem", e a predominância de interfaces visuais como meio influencia

significativamente como os estudantes interagem com a música. Ao depender da visualidade, a experiência auditiva — que é essencialmente temporal e imersiva — é transformada em uma experiência visual e segmentada, orientada por padrões e blocos visíveis na tela.

Embora essa abordagem traga benefícios inegáveis, como maior precisão técnica e controle detalhado sobre os elementos musicais, ela também cria barreiras que podem limitar a espontaneidade e a criatividade intuitiva associadas à oralidade e à escuta ativa. O aprendizado torna-se menos sobre "ouvir" e mais sobre "ver" a música, o que pode distanciar os estudantes de uma relação direta e mais visceral com o som.

Ao propor categorias amplas para descrever as formas de relação com o objeto sonoro, como sugere Castanheira, é essencial não negligenciar "a dimensão da escuta como uma construção social que se relaciona diretamente com o mundo e com as coisas do mundo" (Castanheira, 2016, p. 14).

A partir das contribuições de Walter Ong (2002) e Marshall McLuhan (1988), que enfatizam a contraposição entre distintos regimes de percepção – a visão associada à racionalidade e a audição à emoção, com a predominância da primeira na modernidade –, Castanheira reconhece a complexidade envolvida na apreensão do som. Isso se deve, em grande parte, à sua aparente "imaterialidade", que frequentemente conduz a "discussões de caráter metafísico".

> Essa característica "etérea" também favoreceu a distinção entre os processos de audição e visão como fenômenos opostos e resultantes de mecanismos internos distintos. Nessa abordagem, por exemplo, a audição é descrita como esférica, enquanto a visão é direcional; a primeira é considerada imersiva, enquanto a segunda oferece uma perspectiva; o som estaria associado à revelação do interior, enquanto a imagem revelaria apenas superfícies; e, por fim, o som seria vinculado ao afeto, enquanto a visão estaria relacionada ao intelecto. Esse tipo de descrição repete, com algumas variações, uma concepção já amplamente difundida sobre as características de ambos (Castanheira, 2016, p. 10).

De acordo com Juslin e Västfjäll (2008), os estímulos visuais podem modificar a percepção auditiva e influenciar a interpretação e a tomada de decisões criativas. Nesse sentido, a interação com softwares de produção musical permite que estudantes associem conceitos técnicos a representações visuais, o que pode facilitar ou dificultar o processo, a depender das individualidades dos estudantes, mas é certo que, entendendo a não neutralidade das tecnologias, acreditamos que essa mediação impacta sobremaneira em como produzimos música.

A crítica aqui presente não tem como objetivo excluir o componente visual da música, sua grafia ou as possibilidades de visualização, reconhecendo a importância da notação musical para a história da música e as possibilidades tecnológicas de visualização. O que buscamos é trazer à tona uma proposta de ensino e aprendizagem de produção musical que considere o material primordial do fazer musical – o som – como elemento de vital importância.

Entendemos que a oralidade é um elemento fundamental na criação e aprendizado musical. As pesquisas de Lucy Green (2008), por exemplo, destacam aspectos da aprendizagem informal de músicos populares e a riqueza da escuta atenta e da internalização sem a mediação de notação escrita ou interfaces visuais.

Deslocando nossa atenção para pessoas com deficiência visual, essas ferramentas apresentam desafios significativos, pois dependem quase exclusivamente de representações visuais, que podem ser inacessíveis sem adaptações específicas.

Embora alguns softwares tenham desenvolvido recursos de acessibilidade, como leitores de tela, esses sistemas nem sempre permitem que deficientes visuais (DV) interajam com a interface de forma intuitiva, ou mesmo que, uma vez inseridos no mercado de trabalho, possuam a mesma competitividade que pessoas sem deficiência visual. A navegação em interfaces gráficas complexas pode ser lenta e frustrante. Esse tipo de navegação é constante na prática docente dos autores deste artigo, tendo em vista a atuação recorrente com estudantes videntes e cegos em salas de aula de produção musical ou música e tecnologia.

A dependência de representações visuais em ferramentas de produção musical reflete o impacto das tecnologias na forma como percebemos e interagimos com o som. Um dos importantes aforismos de Marshall McLuhan (1964) é "o meio é a mensagem", e as interfaces visuais reorganizam, de certa forma, a experiência musical. É importante deixar claro que entendemos que essa transformação, embora amplie as possibilidades técnicas, pode limitar a conexão intuitiva com o som, centralizando a atenção em aspectos visuais. Como destacamos, esse desafio é particularmente significativo no caso de estudantes com deficiência visual, que frequentemente enfrentam barreiras de acessibilidade ao utilizar essas tecnologias.

Marshall McLuhan (1964), ao explorar como as tecnologias moldam nossa percepção, argumenta que as mídias frequentemente ampliam um sentido enquanto subordinam outros. Seria possível, utilizando as possibilidades da IA reequilibrar os sentidos, reduzindo a dependência excessiva da visão e ampliando as possibilidades auditivas e orais na interação tecnológica para a aprendizagem da produção musical?

A seguir apresentaremos uma revisão de literatura e reflexões sobre tecnologias, deficiência visual e produção musical. Em seguida abordaremos o Projeto Jurema, discutindo mais profundamente a relação do projeto com a inteligência artificial e apresentando resultados parciais.

2. As tecnologias atuais

A partir de uma revisão de literatura sobre tecnologias assistivas voltadas a deficientes visuais na produção musical, observa-se a existência de diversas iniciativas destinadas a promover a inclusão desse público no universo da produção musical. Haenselmann *et al*. (2009), por exemplo, propõem o desenvolvimento de um sequenciador MIDI que dispensa o uso de leitores de tela ou a interação direta com o teclado do computador. Nesse sistema, todos os comandos podem ser acessados exclusivamente por meio de um controlador MIDI, que, em essência, pode ser um teclado musical. As teclas deste teclado podem ser então mapeadas para disparar ações dentro do programa, eliminando a necessidade de alternância entre o controlador MIDI e o teclado do computador por parte do usuário deficiente visual (DV).

Homenda (2010), por sua vez, apresenta uma solução voltada à elaboração de partituras por DVs. O programa desenvolvido permite a entrada de dados em diferentes formatos, como arquivos MIDI, partituras digitalizadas ou arquivos de música em formato XML. Após o processamento dessas entradas por sistemas de aquisição de informação e inteligência computacional, os dados podem ser impressos em Braille, exibidos em um display Braille ou ainda editados pelo usuário DV.

Kaiser *et al*. (2018) propõem o uso de um software de edição de áudio que pode ser operado por um controlador de videogame. Embora a interface do software seja simplificada para ações específicas, os autores destacam sua facilidade de uso e potencial de acessibilidade.

Tais recursos são relevantes, especialmente quando a intenção é introduzir o tema da produção musical, abordar conceitos teóricos e explicar lógicas de trabalho de maneira simplificada. No entanto, a produção musical na atualidade é uma área complexa e que abarca uma grande diversidade de conceitos e metodologias para se chegar em determinadas estéticas musicais. Para que o DV possa se aprofundar e continuar atuando nesse campo, torna-se essencial o domínio das principais ferramentas disponíveis nos estúdios comerciais, que atualmente são as DAWs, programas computacionais que simulam o equivalente ao gravador de fita e à mesa analógica, além de diversos periféricos de processamento sonoro como Equalizadores, Compressores, *Limiters*, excitadores de sinal, além de efeitos temporais como câmaras reverberantes e *delays* digitais.

Saha e Piper (2020) mostram que, dentre todos os produtores musicais com deficiência visual entrevistados, a totalidade faz uso de DAWs em seus trabalhos. Em geral, são DAWs consolidadas ao longo dos anos no mercado, de empresas com longa trajetória no ramo e com grande prestígio. Mais da metade dos entrevistados utiliza a DAW Reaper em conjunto com dois pacotes de extensão que permitem ações customizadas para esse público: OSARA e SWS. A extensão OSARA, em especial, é mantida em formato *open source*, contando com a colaboração de usuários em seu desenvolvimento.

Os autores também destacam a eficácia de interfaces táteis, como controladores MIDI que simulam mesas de som, quando utilizadas em conjunto com leitores de tela. No entanto, apontam que os custos desses equipamentos frequentemente representam uma barreira significativa para o público-alvo.

Outra linha de pesquisa identificada envolve o desenvolvimento de interfaces táteis que oferecem *feedback* relacionado a determinadas ações. Um exemplo é apresentado por Metlata *et al*. (2016), que propõem o uso de uma caneta acoplada a um braço robótico capaz de mapear coordenadas espaciais. Essa tecnologia busca auxiliar pessoas com DV na criação, por exemplo, de envelopes de automação, como os de volume, panorama ou qualquer outro parâmetro disponível em uma DAW ou *plugin* passível de automação.

Os pontos de criação do envelope são indicados por sinais auditivos, assim como o deslocamento vertical das linhas automatizadas. Apesar de ser uma ferramenta promissora, ela exige que o DV adapte seu espaço de trabalho para incorporar o hardware, além de dedicar tempo significativo ao aprendizado de seu uso. Adicionalmente, não há informações concretas sobre o custo associado a essa tecnologia, o que poderia dificultar o acesso de indivíduos com menor poder aquisitivo.

Na mesma linha, Karp e Pardo (2017) propõem uma interface tátil projetada para desenhar

curvas de equalização. A proposta envolve o uso de uma corrente metálica disposta sobre uma mesa, onde uma câmera captura o formato definido pelo usuário. Esse formato é então interpretado como uma representação gráfica de uma curva de equalização de áudio. A curva gerada é transposta para um *plugin* de equalizador, permitindo ao usuário ativar ou desativar um botão para verificar as alterações na equalização do sinal de áudio.

Omori e Yairi (2013) apresentam um aplicativo voltado para composição musical colaborativa, no qual são utilizados cubos posicionados sobre uma mesa que representa dois eixos: o eixo longitudinal simboliza a linha do tempo, enquanto o eixo latitudinal corresponde às alturas das notas musicais. Segundo os autores, trata-se de um aplicativo mais direcionado à integração e interação colaborativa do que a uma aplicação para composição musical profissional.

Tanaka e Parkinson (2016) propõem uma interface tátil desenvolvida para facilitar o trabalho com formas de onda em uma linha do tempo. A interface consiste em uma barra equipada com dois *faders* motorizados que podem ser movidos horizontalmente, executando a função "*scrub*" para localizar pontos específicos de áudio. Em resumo, a ferramenta permite que pessoas com deficiência visual naveguem pela linha do tempo da DAW e executem comandos em conjunto com o uso de um teclado de computador.

Pedrini, Ludovico e Presti (2020) investigaram a acessibilidade de três DAWs: Reaper, ProTools e Cubase, analisando-as tanto em sistemas operacionais MacOS quanto Windows, utilizando diferentes leitores de tela. Os autores concluíram que o Reaper, com as extensões OSARA e SWS, apresentou o maior nível de acessibilidade.

Em uma consulta com onze produtores musicais com DV, Payne *et al*. (2020) levantaram questões relevantes sobre as experiências desses profissionais no contexto da produção musical. Uma das questões destacadas é que a tecnologia digital ampliou significativamente o acesso de mais pessoas à produção musical. Embora o ambiente "analógico" dos gravadores de fita oferecesse uma interação mais tátil em comparação às interfaces digitais em telas de computador, os altos custos dos equipamentos analógicos representavam uma barreira para a maioria das pessoas.

Com o advento das tecnologias assistivas, como programas de escrita musical e DAWs acessíveis, tornou-se possível para muitos DVs concretizarem suas ideias musicais. É importante ressaltar que, em termos de acessibilidade, grande parte dessas soluções consiste em programas de terceiros que adaptam as DAWs para torná-las utilizáveis por pessoas com deficiência visual.

Outro ponto crucial trazido pelos autores é o papel das comunidades e fóruns dedicados à tecnologia assistiva. Esses espaços virtuais tornaram-se ambientes de aprendizado e troca de conhecimentos, permitindo que soluções individuais desenvolvidas por DVs para superar barreiras de acessibilidade sejam compartilhadas e aprimoradas coletivamente.

Por fim, destaca-se a crítica à falta de acessibilidade em muitos *plugins* desenvolvidos para DAWs, que frequentemente não consideram a compatibilidade com leitores de tela. Segundo os autores, esses recursos poderiam ser facilmente adaptados pelos fabricantes, mas, infelizmente, tal preocupação ainda é rara no mercado.

Audio for Singers (2022) apresenta o relato pessoal de um produtor musical com deficiência

visual no Brasil. Em seu testemunho, destaca-se a necessidade de memorizar muitos atalhos de teclado para evitar o uso constante do leitor de tela ou, simplesmente, devido à ausência de acessibilidade no equipamento, obrigando o DV a decorar uma sequência de botões para acessar o menu desejado.

Diante desse cenário, observa-se um interesse crescente no desenvolvimento de ferramentas que promovam a inclusão, desde softwares específicos até interfaces táteis capazes de realizar determinadas tarefas. Contudo, muitas dessas soluções requerem tempo significativo de aprendizado, recursos financeiros, adequação de espaços e o uso de equipamentos especializados.

Para um produtor que possui seu próprio negócio, essas exigências podem não ser um grande problema. Entretanto, destaca-se que uma das práticas amplamente difundidas na produção musical é a colaboração, viabilizada pelo compartilhamento de projetos. Não por acaso, algumas empresas têm lançado pacotes de armazenamento em nuvem voltados para projetos musicais. Além disso, a mobilidade nos estúdios é um aspecto relevante, permitindo a gravação de diferentes instrumentos em diversos locais.

Outro ponto que merece destaque diz respeito a um fenômeno observado na produção musical, especialmente por produtores mais experientes que vivenciaram a transição do áudio analógico para o digital. Cada vez mais, ferramentas visuais gráficas são empregadas para editar e processar áudio. Atualmente, é possível que um produtor realize diversas ações de processamento e edição sem sequer ouvir o material gravado, utilizando gráficos de equalizadores, medidores de compressão, linhas de automação ou a edição baseada na forma de onda – uma representação gráfica da amplitude sonora ao longo do tempo. Dessa forma, muitas das interfaces táteis apresentadas tentam, de certa maneira, traduzir para o tato elementos sonoros que possuem representações visuais.

Vale lembrar que, desde a invenção da gravação até o advento da digitalização do áudio, com exceção dos medidores de nível de sinal, o áudio era manipulado exclusivamente de forma auditiva. Todas as decisões eram tomadas com base na escuta, e não em representações visuais. Para equalizar um sinal, o operador ajustava o ganho ou a redução de frequências e largura de banda, avaliando o resultado sonoro. Não havia representação gráfica de curvas de equalização. Mesmo quando se tornou possível automatizar o volume, as mesas de som equipadas com computadores registravam a posição do *fader*, mas as decisões eram tomadas com base na percepção auditiva, sem especificar níveis exatos de decibéis. Caso o resultado fosse insatisfatório, bastava reiniciar o processo e realizar uma nova automação.

Nesse período analógico, embora os custos de produção fossem significativamente mais elevados que os atuais da era digital, o produtor DV não tinha como restrição as ferramentas que hoje são visuais. A mesa de som analógica é, em essência, uma interface tátil com botões giratórios finitos onde é possível, pelo tato, saber sua posição dentro de uma referência preestabelecida, botões de liga e desliga ou de seleção de parâmetros conhecidos, além de *faders* que controlam o volume sonoro e que também possuem limites físicos, ou seja, referenciados. Em essência, a partir do treinamento de como manipular esse conjunto de ferramentas táteis, o produtor DV pode usar sua sensibilidade auditiva para colocar em prática seus desejos musicais. Com a digitalização do áudio, gradativamente a produção musical saiu desse universo tátil e migrou para as telas dos computadores, criando uma representação gráfica para um sentido que antes era "etéreo", como aponta Castanheira (2016). Com essa transformação, a visualização do som

passa a ter "direcionalidade", ora se quer visualizar o som no domínio do tempo, ora se quer visualizar o som no domínio de frequência. Seu processamento passou também a ser visual e métrico e a unidade dB, antes algo impreciso, se transformou numa métrica decisiva para tomadas de decisões, já que agora é possível digitalmente metrificar o aumento de volume de um sinal sonoro.

É provável que muitas das interfaces táteis atuais que foram apresentadas nesta revisão tenham sido desenvolvidas por pessoas com pouca familiaridade com o processo de produção musical "pré-era DAW" ou que não vivenciaram o período dos gravadores de fita. Afinal, são mais de 40 anos de produção musical dentro do domínio digital – tempo suficiente para que uma geração inteira não tenha tido contato com os recursos analógicos.

Diante desse panorama, é possível observar que as soluções de acessibilidade para deficientes visuais na produção musical ainda enfrentam desafios significativos, tanto no desenvolvimento tecnológico quanto na sua adoção prática pelos usuários. Embora haja avanços notáveis, como o aprimoramento da DAW Reaper com as extensões OSARA e SWS, bem como o uso de interfaces táteis especializadas, muitas dessas ferramentas exigem um processo de aprendizado extenso e a adaptação do ambiente de trabalho. Além disso, há uma lacuna entre os softwares acessíveis e os padrões adotados nos estúdios comerciais, o que pode dificultar a inserção de produtores com deficiência visual no mercado de trabalho.

A predominância de interfaces gráficas na produção musical contemporânea reforça essa barreira, pois a edição e manipulação do áudio muitas vezes dependem de representações visuais, como espectrogramas, formas de onda e gráficos de equalização. A falta de acessibilidade em plugins populares e a escassa preocupação dos desenvolvedores em adaptar suas ferramentas para leitores de tela também agravam o problema. Assim, a criação de tecnologias assistivas eficazes deve considerar não apenas a autonomia do usuário, mas também sua integração em fluxos de trabalho reais, possibilitando a participação plena de produtores com deficiência visual no cenário profissional da música.

3. Jurema

O projeto JUREMA teve início a partir das demandas observadas no ensino de tecnologia aplicada à música na Escola de Música da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Frente às dificuldades enfrentadas por alunos com deficiência visual na manipulação de softwares de áudio, como Bandlab ou Audacity, os autores deste trabalho iniciaram discussões sobre como facilitar determinadas tarefas relacionadas à produção de áudio para esses estudantes. A proposta inicial consistiu na criação de uma controladora MIDI que pudesse realizar a maioria das ações necessárias em tarefas de produção musical, como criação de canais de áudio, gravação de voz e violão, edição simples e mixagem para gerar um arquivo final. A ideia era usar a interface Arduino como uma maneira de baratear os custos da controladora, além da possibilidade de customizar seu layout para as necessidades específicas dos alunos com deficiência visual e baixa visão.

Após uma série de etapas e estudos, o projeto evoluiu, e hoje vislumbra que a JUREMA se

torne uma Inteligência Artificial generativa, capaz de controlar o software Reaper, executar comandos e reportar estados de tela ou do programa a partir de comandos de voz do usuário. Além disso, a solução incorpora uma controladora tátil com botões, *encoders* giratórios, chaves de seleção e um joystick, permitindo que o usuário realize tarefas repetitivas e de grande fluxo de forma mais eficiente, sem depender exclusivamente dos comandos de voz. Mais que isso, a JUREMA se propõe a trilhar caminhos de ações que permitam ao usuário DV realizar tarefas pertinentes à produção musical a partir de um pensamento lógico focado em decisões auditivas, em fluxos de trabalho simplificados e customizados. Assim, a JUREMA também se apresentará como uma ferramenta de aprendizado e ensino de produção musical voltada para pessoas com deficiência visual, com foco no aprendizado e execução baseados na audição.

O software Reaper foi escolhido por ser apontado pela literatura como um dos mais utilizados por produtores musicais com deficiência visual em razão do uso conjunto com as extensões OSARA e SWS, permitindo boa acessibilidade do programa com o uso de leitores de tela. Além disso, o programa é de baixo custo, podendo ser utilizado em sua versão teste por tempo indeterminado. Além disso, o Reaper, diferente de outros programas similares, permite a construção de scripts em linguagem própria e na linguagem LUA, além de poder ser integrado à linguagem Python, o que possibilitaria a implementação de uma IA generativa.

Com base nas necessidades identificadas para auxiliar pessoas com deficiência visual no uso de softwares de gravação de áudio, foi conduzida uma pesquisa no âmbito do programa PIBIC-EM, visando mapear cinco categorias de ações relacionadas ao universo da produção musical e comuns a todas as DAWs: Projetos, Transporte, Gravação de áudio, *Punch in/out*, e Edição e Importação de áudio. Os resultados identificaram um total de 79 ações distribuídas entre as cinco categorias, o que tornava inviável a construção de uma única controladora tátil devido ao seu tamanho físico final. Além disso, uma controladora com quase 80 artefatos táteis como botões giratórios e de liga e desliga continuaria trazendo o mesmo problema apontado pela literatura, o da necessidade de memorização de um número grande de ações. Mais que isso, seria importante que o usuário não "memorizasse" meramente nomes de comandos, mas que compreendesse as ferramentas, os fluxos de trabalho, os passos necessários para se produzir um conteúdo de áudio. A partir dessa compreensão, seria possível conversar com a IA, sem necessariamente pedir por comandos ou ações específicas.

Mesmo que a controladora pudesse ser construída com botões de tamanho reduzido, é importante lembrar que cada botão precisa ser identificado em braile. O código braile consiste em seis posições de ponto, três do lado esquerdo e três do lado direito que constituem uma célula. Esta célula braile tem dimensões normatizadas para que seja possível sua leitura por meio do tato do deficiente visual. Portanto, uma controladora com quase oitenta botões e espaço suficiente para identificar cada botão, mesmo que com siglas, tomaria um espaço muito grande.

A partir dessa primeira experiência, desde o início do mapeamento das ações, a proposta foi imaginar como uma pessoa com DV poderia realizar tarefas em uma DAW sem depender de auxílios visuais ou de ferramentas táteis que traduzissem o visual para o tátil. Nesse contexto, foi resgatado o pensamento da gravação analógica em fita. Muitas funções das DAWs foram concebidas para facilitar a transição do

ambiente analógico para o digital. Não por acaso, softwares como o ProTools apresentam semelhanças físicas e lógicas de fluxo de sinal muito próximas às das mesas de som analógicas.

Um exemplo claro desse pensamento é observado no programa ProTools, onde, ao criar um canal, é necessário especificar o tipo de canal – seja ele de áudio, MIDI, BUS, VCA ou Master. Essa lógica é um espelho da realidade, já que em uma mesa de som analógica o canal é ou de entrada, ou de saída, é um BUS ou é uma VCA em razão de suas conexões e posicionamento físico no circuito analógico. Por outro lado, programas mais recentes, como o Reaper, utilizam a versatilidade do digital, permitindo que o usuário crie um canal que automaticamente se ajuste a áudio, MIDI ou BUS, dependendo de seu uso. A lógica do digital é menos restritiva já que não envolve circuitos físicos, apenas lógicos. Embora tal funcionalidade pudesse ser implementada também no ProTools, a empresa desenvolvedora optou por manter as restrições do ambiente analógico como forma de facilitar a adaptação ao universo digital dos usuários que estavam acostumados com a lógica restritiva do universo analógico.

Com isso em mente, ao pensar nas funcionalidades do Reaper durante o planejamento da JUREMA, buscou-se identificar as melhores maneiras para que uma pessoa com deficiência visual pudesse executar ações específicas de forma eficiente, mesmo que não se utilizasse todas as possibilidades e ferramentas propostas pela DAW para se conseguir o mesmo objetivo. A ideia sempre foi imaginar: qual o caminho mais curto, rápido e lógico para um DV executar uma tarefa sem precisar de auxílio visual da DAW? Esse pensamento é importante, uma vez que no universo e na lógica digital, muitos caminhos diferentes chegam ao mesmo lugar; cabe ao usuário identificar a qual caminho ele melhor se adapta. Entretanto, muitos, se não a maioria desses caminhos, dependem de avaliação visual do usuário. Era importante então, identificar se existia e qual seria o caminho a se percorrer que não dependia da visão. Em geral, pensar no fluxo de um sistema analógico que poderia ser copiado no universo digital surtia bons resultados.

Em um segundo momento, surgiu a ideia de desenvolver uma IA generativa capaz de interagir e mediar a comunicação entre o DV e a DAW, reduzindo a necessidade de memorizar atalhos de teclado e, ainda, minimizando o uso do leitor de tela durante as atividades. Atualmente, as IAs generativas proporcionam uma interatividade que se assemelha a uma conversa com outro ser humano. Assim, a proposta é a de programar uma IA que compreenda os conceitos lógicos e comandos relacionados à produção musical, permitindo que um usuário DV solicite ações simples ou complexas, as quais seriam interpretadas pela IA, que, então, acionaria comandos pré-existentes ou pré-programados no Reaper.

Dessa forma, ao ser instalada no computador do usuário, a IA seria capaz de personalizar o Reaper especificamente para seu uso por meio de comandos de voz. Mais do que realizar ações, a IA teria a função de fornecer *feedback* auditivo ao DV sobre o estado atual da tela ou do projeto em execução. Em vez de navegar pelos menus utilizando o teclado e ouvindo o leitor de tela a cada interação, o usuário poderia, por exemplo, solicitar que a IA criasse um canal de áudio ou até mesmo múltiplos canais[1].

Diante disso, diversas questões foram repensadas e uma série de novas ações foi implementada. Em uma primeira fase, optou-se por delimitar uma tarefa específica dentro do universo da produção musical, cujas ações poderiam ser aproveitadas em outras atividades. Assim, a pesquisa foi

[1] Exemplo de criação de canal pela Jurema: https://youtube.com/shorts/N5jQ6nVlYiE?feature=share

direcionada para a gravação de um *podcast*, o que envolvia: criação de um novo projeto na DAW, criação de canais, gravação de locução, edição da locução, importação e edição de trilhas musicais, importação de vinhetas de abertura e encerramento, e posicionamento dessas vinhetas no início e final do *podcast*. Por fim, o ajuste de volumes e a renderização final em um arquivo de áudio.

Com o mapeamento dessas tarefas, foi possível identificar as ações mais frequentes para o planejamento de uma controladora tátil. Seu protótipo inicial pode ser visto na Figura 1.

A controladora nesta etapa inicial conta com 21 botões, um joystick, uma chave seletora de três posições e dois *encoders* giratórios com botão. As ações mapeadas são: Play/Pause, Stop e Rec nos três botões à direita, de baixo para cima. Ao lado esquerdo do botão Rec estão dois botões mapeados com as ações Home e End e posicionam o cursor de edição/playback no início ou final da linha de tempo. Os três botões superiores à direita da controladora acionam os comandos Copy, Paste e Delete, utilizados para copiar, colar ou apagar clipes de áudio ou MIDI. Os três botões à esquerda, ao lado da chave seletora, acionam os comandos que acionam a criação de marcadores na linha de tempo e navegam entre marcadores à direita e à esquerda. Os próximos dois botões abaixo, ao lado do encoder superior acionam os comandos de Fade In e Fade Out, suavizando o início e final dos clipes de áudio caso necessário. O botão logo abaixo, acima do joystick, aciona o comando *Split*, que corta um clipe de áudio na posição do cursor de edição na tela. Os três botões à esquerda da controladora acionam os comandos Mute, Solo e Record Arm, ou seja, podem silenciar, solar ou armar para gravação o canal selecionado pelo usuário. Ao lado direito do joystick estão quatro botões em formato de cruz utilizados para navegação à direita e esquerda na linha de tempo, ou para selecionar canais acima ou abaixo, imaginando que os canais de áudio se sobrepõem um em cima do outro, como visualizados tradicionalmente nas DAWs quando visualizam a linha de tempo. A chave seletora de três posições seleciona os três diferentes modos de edição do Reaper, que são: Ripple Mode Off, Ripple Mode Track e Ripple Mode All Tracks. Dependendo do modo escolhido, os comandos de edição podem afetar apenas um canal, canais selecionados ou todos os canais. Os dois encoders giratórios controlam o volume e o PAN do canal selecionado. Por último, o joystick aciona o modo JOG/SCRUB, onde é possível andar com o cursor de playback lentamente por cima de um clip de áudio ouvindo lentamente, como se fazia nas edições em fita analógica. Dessa maneira, o usuário pode encontrar o ponto exato onde o áudio se inicia, ou estabelecer com precisão um ponto de corte a partir da audição e não da visualização do cursor em função da forma de onda representada na tela da DAW.



Fig. 1: *Protótipo inicial da controladora tátil do projeto Jurema*

A proposta dessa controladora é agilizar as decisões tomadas pelo usuário. Embora tais ações possam ser realizadas por comandos de voz, o acionamento de um botão torna o processo praticamente instantâneo. Além disso, houve a necessidade de personalizar as ações, considerando que uma pessoa com deficiência visual não teria a possibilidade de visualizar o resultado na tela após a execução de uma ação. Por exemplo, ações simples, como cortar um clipe de áudio, foram configuradas para serem realizadas em combinação, de modo que, após o corte, o clipe à direita fosse automaticamente selecionado. Desta maneira, é possível ensinar ao DV que sempre que ele cortar um clipe de áudio, o clipe à direita estará selecionado, tornando suas decisões assertivas. Tais decisões foram tomadas a partir da experimentação. Durante a gravação de um podcast piloto, todas as ações realizadas foram mapeadas em uma tabela. Em seguida, as ações mais utilizadas foram mapeadas em um teclado controlador MIDI, onde cada nota disparava uma ação. O mesmo podcast foi então regravado apenas utilizando os comandos mapeados. A partir desta experiência foi possível decidir quais ações precisariam estar combinadas com outras ações para se ter certeza do comportamento da DAW e da posição do cursor de edição e quais estariam presentes na controladora tátil, deixando algumas ações a serem acionadas apenas por comandos de voz. Apenas as ações de fato mais utilizadas, sejam para edição, transporte ou acionamento e seleção de canais foram colocadas na controladora tátil.

A navegação pela linha do tempo, por sua vez, pode ser realizada por meio de botões de transporte presentes na controladora tátil, que pode ser realizada navegando pelos limites dos clipes de áudio e MIDI, ou por marcadores que o usuário pode adicionar para delimitar regiões específicas.

Outra questão importante mapeada no atual estágio de desenvolvimento da Jurema é o feedback auditivo das ações realizadas, bem como o estado da tela. Por exemplo, após um período de trabalho, é possível que o usuário não se lembre mais quantos canais foram criados, quais estão fechados ou em modo “solo”, ou quais *plugins* estão inseridos no canal de voz. A partir de uma pergunta direcionada à Jurema, a IA pode responder a essas questões.

No fluxo de trabalho do *podcast*, uma questão significativa foi resolvida: o monitoramento do sinal de entrada para gravação. No domínio digital, a amplitude máxima amostrada depende da taxa de *bit*

da amostragem. Tradicionalmente, no áudio profissional, utiliza-se uma taxa de 24 bit, o que possibilita uma faixa dinâmica de aproximadamente 144 dB. Mesmo no domínio analógico, ajustar o nível de entrada do sinal é uma tarefa visual, o que torna o processo impraticável para uma pessoa com deficiência visual. Entretanto, o Reaper, com as extensões SWS e OSARA, consegue mapear o pico máximo de um sinal dentro da escala digital Full Scale (FS). Assim, a Jurema foi programada para executar um comando que monitora, por 5 segundos, o sinal de entrada em um canal. Após esse período, a IA retorna o pico máximo do sinal[2]. Dessa forma, o usuário pode decidir se é necessário aumentar ou reduzir o ganho de entrada do microfone.

Atualmente, essa ação está mapeada no botão do *encoder* giratório que controla o volume do canal. O processo é simples: o usuário pode pedir ao músico que inicie a execução de sua performance (cantando ou tocando um instrumento), pressionar o botão, e a Jurema "ouve" por 5 segundos o sinal emitido, retornando com o nível máximo de pico do sinal.

Por fim, a Jurema se consolida como uma abordagem de ensino-aprendizagem, uma vez que o universo da produção musical será pensado e elaborado com o DV como seu principal beneficiado. Embora uma DAW seja um software complexo e com inúmeras possibilidades, a Jurema pretende abarcar aquelas que são mais adequadas às necessidades do DV. Isso significa que muitas ferramentas presentes nas DAWs atuais não serão utilizadas pela Jurema, pois dependem exclusivamente de avaliações visuais ou da manipulação espacial do *mouse* em áreas específicas da tela.

Deve-se esclarecer que essa abordagem, em um primeiro momento, pode parecer limitadora. No entanto, sua concepção busca tornar o fluxo de trabalho mais viável, permitindo que o DV utilize uma de suas principais virtudes: a audição treinada e aguçada. Dessa forma, a Jurema propõe ser um conjunto de ferramentas que não apenas torna o trabalho acessível e inclusivo, mas também proporciona equidade no mercado de trabalho.

Ao considerar a transposição de representações visuais para táteis, é necessário o uso de ferramentas adicionais que podem acarretar custos significativos para o usuário. Assim, essas tecnologias se tornam inclusivas, mas não equitativas. É importante lembrar que tudo o que é feito no domínio digital já foi possível no domínio analógico, onde não havia como visualizar o áudio. A Jurema não pretende ser um retrocesso ao ambiente analógico, mas sim um uso inteligente das ferramentas digitais, explorando um sentido altamente apurado do DV: sua audição.

Algumas Considerações

O Projeto JUREMA é uma proposta de acessibilidade tecnológica para pessoas com deficiência visual no campo da produção musical. Aliando inteligência artificial, controladora tátil e dando ênfase a aspectos auditivos, a JUREMA busca transcender interfaces visuais, valorizando o material sonoro e as habilidades específicas de cada indivíduo. Mais do que um conjunto de tecnologias, o projeto reflete um

[2] Exemplo de medição do nível de sinal de entrada de áudio na Jurema: https://youtube.com/shorts/mBvnN2mUkTk?feature=share

pensamento pedagógico e técnico voltado para a equidade, permitindo que usuários com DV possam explorar de forma mais fluida o ambiente digital na produção musical.

É importante destacar que a JUREMA não busca substituir o ambiente digital pelo analógico e nem mesmo renunciar a estratégias visuais na produção musical, mas sim adaptar as possibilidades tecnológicas de maneira inteligente e sensível às necessidades de DVs e até mesmo de outros usuários que possam, porventura, preferir esse tipo de prática. Nesse sentido, entendemos que o projeto pode ser ampliado para diversos contextos da indústria musical e da educação.

O desenvolvimento da JUREMA demonstra que a acessibilidade na produção musical não deve ser encarada como uma adaptação tardia, mas como um princípio estruturante na concepção de tecnologias educacionais e artísticas. Ao repensar a interação com softwares de áudio sob a ótica das necessidades de músicos com deficiência visual, o projeto não apenas amplia as possibilidades de criação e ensino, mas também questiona modelos tradicionais de interface que privilegiam excessivamente o visual em detrimento de outras formas de percepção e controle. O avanço da inteligência artificial e das interfaces auditivas abre caminho para uma abordagem mais inclusiva, na qual diferentes formas de interação possam coexistir e beneficiar tanto músicos DVs quanto qualquer usuário que busque uma experiência de produção musical mais fluida e intuitiva.

Ao buscar possibilidades que se alinham às necessidades de pessoas com deficiência visual, o projeto visa modificações no acesso às ferramentas de produção musical, mas reforçamos que inclusão não significa apenas oferecer acesso, mas sim garantir que esse acesso seja equitativo e significativo. Acreditamos na capacidade de expansão e integração com outras tecnologias, bem como desejamos que possamos inspirar mais iniciativas semelhantes, que, com uma abordagem crítica e criativa, transformem o panorama tecnológico e educacional na música.

Referências

AUDIO FOR SINGERS | ENGENHARIA DE ÁUDIO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL E ACESSIBILIDADE | PIERINI. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FbuFZJcbsWk. Acesso em: 26 maio 2023.

Buckingham, D. (2009). Beyond technology: rethinking learning in the age of digital culture. Em J. Pettersen (Org.), Youth Media Democracy: Perceptions of New Literacies (pp. 43-57). Dublin: Centre for Social & Educational Research.

Buckingham, D. (2010). Cultura digital, educação midiática e o lugar da escolarização. Educação e Realidade, 35(3), 37-58. Disponível: http://www.seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/view/13077/10270

CASTANHEIRA, J. C. S. Modelos de escuta: delineando o objeto de pesquisa. **E-Compós** – Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação, Brasília, v. 19, n. 2, mai./ago. 2016.

COLABARDINI, J. C. M. Educação musical na cultura digital: ensino e aprendizagem e utilização de tecnologias no contexto universitário. 2021. Tese (Doutorado em Música) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

GOHN, D. A realidade das redes sociais: uma discussão acerca da educação musical nas comunidades virtuais. Revista da Abem, v. 28, p. 81-93, 2020.

GREEN, L. **Music, informal learning and the school:** a new classroom pedagogy. Aldershot: Ashgate Press, 2008.

HAENSELMANN, T. *et al*. A tangible MIDI sequencer for visually impaired people. *In*: , 2009, New York, NY, USA. **Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2009. p. 993–994. Disponível em: https://doi.org/10.1145/1631272.1631485. Acesso em: 28 maio 2023.

HOMENDA, W. Intelligent computing technologies in music processing for blind people. *In*: 2010 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT SYSTEMS DESIGN AND APPLICATIONS, 2010. **2010 10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications**. [*S. l.: s. n.*], 2010. p. 1400–1405. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/5687106. Acesso em: 26 nov. 2024.

JENKINS, H. **Cultura da convergência.** Trad. Susana Alexandria. 2. ed. São Paulo: Aleph, 2006.

Juslin PN, Västfjäll D. Emotional responses to music: the need to consider underlying mechanisms. Behav Brain Sci. 2008 Oct;31(5):559-75; discussion 575-621. doi: 10.1017/S0140525X08005293. PMID: 18826699.

KAISER, B. *et al*. Audio Editing with a Game Controller for Blind Users. [*s. l.*], 2018. Disponível em: http://dl.gi.de/handle/20.500.12116/16660. Acesso em: 28 maio 2023.

KARP, A.; PARDO, B. HaptEQ: A Collaborative Tool For Visually Impaired Audio Producers. *In*: HAPTEQ, 2017, New York, NY, USA. **Proceedings of the 12th International Audio Mostly Conference on Augmented and Participatory Sound and Music Experiences**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017. p. 1–4. Disponível em: https://doi.org/10.1145/3123514.3123531. Acesso em: 28 maio 2023.

KENSKI,V. Cultura Digital. In: MILL,D. (org.).Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papirus, 2018. p.139-144.

MCLUHAN, H. M. Understanding Media: The Extensions of Man. New York: The New American Library, 1964.

METATLA, O. *et al*. Audio-haptic interfaces for digital audio workstations - A participatory design approach. **J Multimodal User Interfaces**, [*s. l.*], v. 10, p. 247–258, 2016.

NUNES, M. P.; MALAGRI, C. A. N. **A Transformação Digital Na Educação Híbrida:** o que estamos fazendo na américa latina? **SciELO Preprints**, 2023. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.7301. Disponível em: https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7301. Acesso em: 26 nov. 2024.

OMORI, S.; YAIRI, I. E. Collaborative music application for visually impaired people with tangible objects on table. *In*: , 2013, New York, NY, USA. **Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013. p. 1–2. Disponível em: https://doi.org/10.1145/2513383.2513403. Acesso em: 28 maio 2023.

PAYNE, W. C. *et al*. How Blind and Visually Impaired Composers, Producers, and Songwriters Leverage and Adapt Music Technology. *In*: , 2020, New York, NY, USA. **Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020. p. 1–12. Disponível em: https://doi.org/10.1145/3373625.3417002. Acesso em: 9 maio 2024.

PEDRINI, G.; LUDOVICO, L. A.; PRESTI, G. Evaluating the Accessibility of Digital Audio Workstations for Blind or Visually Impaired People. *In*: 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER-HUMAN INTERACTION RESEARCH AND APPLICATIONS - CHIRA, 2020, Online Streaming. **Anais** [...]. Online Streaming: [*s. n.*], 2020. p. 225–232. Disponível em: https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0010167002250232. Acesso em: 9 maio 2024.

SAHA, A.; PIPER, A. M. Understanding Audio Production Practices of People with Vision Impairments. *In*: ASSETS '20: THE 22ND INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 2020, Virtual Event, Greece. **ASSETS '20: The 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. Virtual Event, Greece: [*s. n.*], 2020.

SORJ,B. Democracia e sociedade da informação. In: MILL,D. (org.). Dicionário Crítico de Educação e Tecnologias e de Educação a Distância. Campinas: Papirus, 2018. p.149-151.

TANAKA, A.; PARKINSON, A. Haptic Wave: A Cross-Modal Interface for Visually Impaired Audio Producers. *In*: PROCEEDINGS OF THE 2016 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016, New York, NY, USA. **Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2016. p. 2150–2161. Disponível em: https://doi.org/10.1145/2858036.2858304. Acesso em: 9 maio 2024.

TOBIAS, E. Inter/trans/cross/new media(ting): Navigating an emerging landscape of digital media for music education. In: RANDLES, C. (Ed.), Music education: navigating the future. New York: Routledge, 2015. p. 91-121.

VICARI, R. M. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. Estudos Avançados, v. 35, n. 101, p. 73–84, jan. 2021.

Júlio Colabardini é professor da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP). Doutor em Música pela Unicamp e mestre em Educação pela UFSCar, foi docente da Escola de Música da UFRN entre 2019 e 2025. Suas pesquisas abordam as relações entre educação musical, culturas digitais, tecnologias e inteligência artificial, com resultados publicados em artigos científicos e capítulos de livros. Coordenou a Academia Arte de Toda Gente (Funarte/UFRJ) entre 2021 e 2025, projeto de pesquisa aplicada à formação artística online e híbrida. Em 2026, recebeu o Prêmio de Melhor Artigo, na categoria Sênior, no EIMAD, em Portugal. Sua trajetória artística inclui ainda seis discos publicados.
E-mail: julio.colabardini@usp.br

Alexandre Maiorino possui graduação em Música Popular pela Universidade Estadual de Campinas (1993), Mestrado em Engenharia Civil na área de Acústica pela Universidade Estadual de Campinas (2013) e Doutorado em Arquitetura e Construção na área de Acústica pela Universidade Estadual de Campinas (2018). Leciona na Escola de Música da UFRN nas áreas de Gravação, Sonorização e Acústica. Possui vasta experiência na área de gravação de música erudita, música popular, produção publicitária para rádio, TV e cinema, produção e pós-produção de áudio para cinema, sonorização e gravação ao vivo, projetos acústicos de estúdios de áudio e acústica de salas.
E-mail: alexandre.maiorino@ufrn.br

Disponibilidade de dados: Os dados estarão disponíveis mediante solicitação.

Conflito de Interesses: Nenhum conflito de interesses foi declarado.

Modalidade de avaliação: Duplo-cega por pares.

A *Opus* está licenciada sob uma licença CC-BY.