

Simbiose criativa: uma perspectiva transdisciplinar de tutores artificiais na amplificação da educação musical sustentável

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

SIMPÓSIO: MÚSICA EM CONTEXTOS DIGITAIS

Tauan da Cunha Ribeiro
Universidade de Brasília
tauandr@unb.br

Paulo Roberto Affonso Marins
Universidade de Brasília
pramarins@gmail.com

Jefferson Nunes de Amorim
Universidade de Brasília
najefferson@gmail.com

Resumo. A integração da Inteligência Artificial (IA) na educação musical está proporcionando novas possibilidades de interação e aprendizado. Este estudo investiga a colaboração entre tutores artificiais e alunos, analisando como essas tecnologias podem transformar as práticas de interação pedagógica no ensino a distância (EaD), tornando-o mais interativo, imersivo, personalizado e adaptativo. Utilizando uma metodologia de revisão de literatura abrangente e análise detalhada de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) baseadas em IA, a pesquisa investiga o impacto de plataformas no aprendizado musical em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Os resultados indicam que, apesar dos avanços na acessibilidade e personalização da educação musical, ainda existem desafios significativos relacionados ao consumo energético e à sustentabilidade das implementações de IA. O estudo sugere a necessidade de desenvolver práticas que equilibrem inovação tecnológica com responsabilidade ambiental e inclusão social. As perspectivas futuras destacam a importância da colaboração entre educadores, desenvolvedores e pesquisadores para criar soluções que atendam às demandas educacionais dos nativos digitais sem comprometer os recursos naturais.

Palavras-chave. Inteligência Artificial, Educação Musical, Tecnologias Digitais, Sustentabilidade, Tutores Artificiais

Title. **Creative symbiosis: a transdisciplinary perspective of artificial tutors in the amplification of sustainable music education**

Abstract. The integration of Artificial Intelligence (AI) into music education is providing new possibilities for interaction and learning. This study investigates collaboration between artificial tutors and students, analyzing how these technologies can transform pedagogical interaction practices in distance learning (DE), making it more interactive, immersive, personalized and adaptive. Using a comprehensive literature review methodology and detailed analysis of AI-based digital information and communication technologies (DICT), the research investigates the impact of platforms on musical learning in virtual learning environments (VLE). The results indicate that, despite advances in the accessibility and

personalization of music education, there are still significant challenges related to the energy consumption and sustainability of AI implementations. The study suggests the need to develop practices that balance technological innovation with environmental responsibility and social inclusion. Future prospects highlight the importance of collaboration between educators, developers and researchers to create solutions that meet the educational demands of digital natives without compromising natural resources.

Keywords. Artificial Intelligence, Music Education, Digital Technologies, Sustainability, Artificial Tutors.

Introdução

Investigando a interseção entre música e aprendizado de máquina, especialmente através da inteligência artificial (IA), esta comunicação analisa como essas tecnologias emergentes podem auxiliar na amplificação da educação musical de maneira sustentável.

A música, profundamente enraizada na expressão humana, encontra, no atual cenário tecnológico, novos horizontes para expandir criatividade e técnicas. Esta convergência está redefinindo as fronteiras da composição, performance, produção e educação musical, marcando uma revolução tecnológica no fazer e aprender musical (Dadabots, 2023).

Conforme a IA evolui, suas aplicações na música tornam-se mais diversificadas e sofisticadas, abrangendo desde ferramentas de composição assistida, sistemas avançados para mixagem e masterização, até agentes virtuais musicais.

Estudos indicam que o impacto das tecnologias digitais na música tem sido significativo (Borges, 2011), aumentando a variedade de opções e metodologias para o fazer musical. A incorporação dessas tecnologias em uma abordagem colaborativa pode enriquecer o conhecimento e desenvolvimento musical de alunos e professores, pois,

O uso das tecnologias digitais contribui para um crescente aumento na variedade de opções e propostas metodológicas para o ensino de música. Toda essa tecnologia, amalgamada numa proposta metodológica colaborativa, pode contribuir consideravelmente para o conhecimento e para o desenvolvimento musical dos alunos e professores. Ao se associar o uso das tecnologias a uma proposta de aprendizagem colaborativa, abre-se a possibilidade para que alunos e professores possam criar grupos colaborativos capazes de transmitir informações, trocar experiências e aprender música em sala de aula. (Cernev, 2018, p. 12).

Discutimos ainda, como a sustentabilidade em práticas educacionais colaborativas, utilizando ferramentas de Inteligência Artificial, envolve considerações críticas sobre o consumo de energia e os recursos necessários para manter e operar essas tecnologias.

Na prática, a utilização de IA na educação musical deve ir além da funcionalidade técnica, incorporando abordagens que fomentam uma relação simbiótica entre tecnologia e pedagogia musical. Isso inclui a adaptação ao contexto emocional e cultural dos alunos, reforçando a ideia de que tecnologia e humanidade podem coexistir de maneira produtiva e harmoniosa.

Este trabalho inclui uma sessão que cataloga e apresenta um panorama das diversas aplicações de IA na música disponíveis em 2024, com o objetivo de identificar e descrever as ferramentas que estão redesenhando a criação, produção, análise e educação musical contemporâneas. Pretende-se fornecer uma visão abrangente das possibilidades que a IA disponibiliza no domínio musical, contribuindo para o entendimento e a disseminação de conhecimento sobre este campo dinâmico. Adicionalmente, uma seção dedicada ao panorama geral de tutores artificiais na educação musical explora as últimas inovações e práticas na área.

Portanto, o artigo está organizado em seções que refletem diferentes áreas de aplicação da IA na música, detalhando ferramentas específicas, suas funcionalidades e como estão sendo integradas nas práticas musicais atuais. A revisão das práticas educacionais e a análise de como os tutores artificiais podem avaliar e responder às necessidades emocionais e cognitivas dos alunos sublinham a importância de desenvolver sistemas que compreendam as nuances da experiência humana. Assim, exploramos como a emulação de empatia e emoção nos tutores artificiais pode facilitar uma educação musical mais intuitiva e responsiva no ensino a distância, preparando os estudantes com habilidades técnicas, bem como uma compreensão holística da interação humana e tecnológica no aprendizado musical.

Impacto e potencial das TDIC baseadas em IA na Educação Musical

A adoção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação musical tem sido amplamente analisada, evidenciando uma transformação de paradigmas nas práticas pedagógicas (Ribeiro; Marins, 2023). Estudos recentes destacam como plataformas como *Yousician*, *Duolingo Music* e *Simply Piano* utilizam inteligência artificial para adaptar o aprendizado às necessidades individuais dos alunos, proporcionando *feedback* instantâneo que é crucial para o desenvolvimento de habilidades musicais (Yu et al., 2023).

A análise das vantagens da IA na educação musical, conforme Yu et al. (2023), ressalta que essas tecnologias podem facilitar a personalização do ensino, e ainda introduzem métodos inovadores que podem transformar a maneira como a música é ensinada e aprendida. Herremans, Chuan e Chew (2020) complementam essa visão ao discutir a taxonomia funcional

dos sistemas de geração de música, indicando como essas ferramentas podem ser classificadas e aplicadas efetivamente na educação musical.

Além disso, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios relacionados à dependência tecnológica e à necessidade de manter um equilíbrio com as interações humanas no ensino musical. O estudo de Tuomi (2018) sobre os impactos da IA na educação, não é especificamente do campo musical e artístico, mas destaca a importância de abordar essas questões, enfatizando a necessidade de uma integração cuidadosa que preserve os valores pedagógicos tradicionais enquanto incorpora novas tecnologias.

Sendo assim, a utilização de ferramentas TDIC oferecem potencial para enriquecer a educação musical, porém é essencial que sua implementação seja conduzida com uma consideração cuidadosa das implicações pedagógicas e éticas, garantindo que todos os estudantes tenham acesso equitativo às oportunidades que essas tecnologias oferecem.

A (trans)formação tecnológica na Educação Musical

A integração progressiva de inteligência artificial (IA) na educação musical sugere uma redefinição das metodologias tradicionais de ensino, introduzindo ferramentas que potencialmente expandem as capacidades criativas e técnicas dos educadores e alunos.

Este segmento examina como a Inteligência Artificial pode ser integrada na educação musical de modo que respeite as nuances da experiência humana, incluindo o contexto emocional e cultural dos estudantes e como pode ser utilizada para auxiliar nas práticas pedagógicas no ensino de música a distância.

Durante a análise e utilização de sistemas tecnológicos projetados especificamente para o ensino musical, percebe-se a capacidade de adaptação ao perfil individual de cada estudante, considerando habilidades técnicas, fatores emocionais e fatores culturais por meio de metadados armazenados utilizando técnicas de memória computacional.

Em pesquisa paralela a essa, também desenvolvida no âmbito do PPGMus da UnB, professores vem implementando atividades músico-pedagógicas mediadas por TDIC, em especial o aplicativo *BandLab*. Esse aplicativo possui várias ferramentas de produção musical e compartilhamento de conteúdo que integrados a criatividade pedagógica do professor de música e às necessidades e interesses musicais dos estudantes de música podem gerar frutíferas interações em sala de aula.

O contexto dessas ações são as aulas individuais de instrumento, ou seja, a aula que “dispensa ao aluno atendimento personalizado (...) que visam promover sua expressividade e personalidade musicais” (Pimenta, 2021, p. 41).

Uma das atividades propostas utiliza a IA do *BandLab* para criar um trecho musical original e, a partir dessa “sugestão” vinda da IA o aluno é convidado a realizar tarefas de percepção musical onde ele deve compreender as questões harmônicas que a IA propôs e tarefas de criação onde o educando precisar compor levadas, *grooves* e melodias sobre o material sonoro apresentado pela IA.

Essa ferramenta contida na *interface* do *BandLab* se chama *Song Starter* e ela cria trechos musicais de quatro compassos sobre orientações de gênero musical pré-determinadas onde o usuário pode escolher entre “*acoustic pop, ambient, hip-hop, house, latim, lo-fi, pop, retrowave, RnB e trap*”. Na sequência a IA sugere três composições e mais três opções de estilo baseadas na figura de um sol, que ao ser escolhida o trecho musical fica um pouco mais animado, uma lua, que deixa a música um pouco mais intimista, e uma figura que sugere o pôr do sol e que provoca uma sensação intermediária entre o sol e a lua. O próximo passo é caminhar para o *edit studio* (estúdio de edição) onde o uma *interface* similar as *interfaces* das *DAW*¹ de produção musical e onde cinco pistas de edição (*melody, chords, bass, drums e vocal*) são disponibilizadas para livre manipulação. São pistas de instrumentos virtuais e o material de manipulação está em formato MIDI. Existe a possibilidade de se criar pistas de instrumento virtual e de áudio propiciando a gravação das criações do discente que podem ser utilizadas para autoavaliação e autoaprimoramento.

Ademais, a implementação da IA na educação musical não se restringe apenas ao suporte técnico; ela também pode servir como um catalisador para uma compreensão mais ampla da música. Ferramentas baseadas em algoritmos de IA podem analisar e interpretar composições musicais de forma a complementar o ensino tradicional, oferecendo novos *insights* que podem ser integrados ao currículo (BandLab, 2024). Essas aplicações promovem a autonomia dos estudantes e transformam as salas de aula em espaços dinâmicos que harmonizam inovação tecnológica e prática pedagógica.

A capacidade de oferecer *feedback* imediato e personalizado por meio da IA permite ajustar as práticas educativas de forma ágil, criando um processo de aprendizado à distância

¹ *Digital Audio Workstation (DAW)* ou estação de trabalho de áudio digital, são *softwares* de produção musical dotados de muitas ferramentas que possibilitam gravar, editar, misturar, somar, equalizar, modificar sons, escrever partituras e notas em formato MIDI. São os *softwares* utilizados em estúdios profissionais e em *home-studios* para gravação de música (Ferreira, 2019, p. 2).

ainda mais alinhado com as necessidades individuais dos estudantes, enquanto mantém uma abordagem centrada no aluno (Lin et al., 2019).

Destrate, estas posições da literatura nos levam a discutir de maneira equilibrada a *práxis* na educação musical e como a inteligência artificial pode ser integrada neste contexto educacional de maneira que respeite e enriqueça as experiências musicais dos alunos, sem substituir as interações humanas essenciais no processo educativo.

Desafios e potenciais pedagógicos das ferramentas de IA na música

A utilização de ferramentas de Inteligência Artificial na educação musical pode oferecer vantagens, como a personalização do aprendizado e a capacidade de fornecer *feedback* instantâneo (Lin et al., 2023).

Um dos resultados do uso de Inteligência Artificial e Sistemas de Tutoria Inteligente (STI) na educação sustentável é a capacidade de fornecer aos alunos experiências de aprendizado personalizadas que atendem aos seus estilos e preferências de aprendizagem únicos (Lin et al., 2023, p. 1).

Essas tecnologias emergentes facilitam um aprendizado ajustado ao ritmo e às preferências individuais dos alunos, potencialmente induzindo ao envolvimento mais participativo e a resultados educacionais eficazes segundo o trabalho de Lin. Contudo, especialmente no contexto do ensino musical a distância, a implementação dessas ferramentas também apresenta desafios significativos, como a necessidade de equilibrar a tecnologia com métodos de ensino que valorizem a interação humana e a expressividade.

Ferramentas digitais baseadas em técnicas de aprendizado de máquina profundo utilizam algoritmos para automatizar e otimizar tarefas, oferecendo uma solução para as demandas técnicas intensivas associadas a estas etapas. Esses tipos de automação podem permitir que músicos e educadores se concentrem mais na expressão criativa, sem precisar se preocupar tanto com as exigências técnicas da produção musical (Landr, 2023).

Integrar tecnologias de IA em ambientes educacionais pode demandar uma abordagem que equilibre a automação e a personalização com a necessidade de manter a interação humana e a expressividade artística. Utilizar IA em práticas pedagógicas musicais pode aprimorar a eficiência técnica e enriquecer o processo educacional, permitindo que os alunos experimentem e aprendam de maneira interativa e prática. Porém, é crucial que essas tecnologias sejam complementadas por métodos pedagógicos que preservem a interação humana e valorizem a expressividade artística dos estudantes.

Conforme destacado por Ma *et al.* (2023), a combinação de tecnologia inteligente com o ensino presencial pode resolver a falta de individualização dos métodos tradicionais, aumentando o interesse dos alunos pelo aprendizado (Ma *et al.*, 2023). Além disso, Chen (2020) sublinha que sistemas de aprendizagem personalizados baseados em IA podem fornecer *feedback* detalhado e oportuno, criando um ambiente de aprendizado mais interativo e adaptativo (Chen, 2020). No entanto, é importante considerar os desafios éticos associados à implementação de IA na educação, garantindo que essas tecnologias complementem, e não substituam, a interação humana no processo educacional.

Essas referências reforçam a necessidade de uma aplicação criteriosa de IA em ambientes educacionais, buscando maximizar os avanços tecnológicos sem comprometer a qualidade e a interação humana no ensino.

Agentes virtuais musicais e interação pedagógica

O trabalho de Eufrásio Prates, maestro e idealizador da Orquestra de *Laptops*, explora a utilização de sistemas holofractais para auxiliar na interação musical online. Eles desenvolveram a Marceline, uma agente virtual musical que interage com humanos por meio de visão computacional. Esse sistema holofractal cria uma experiência musical adaptativa ao captar os movimentos do usuário através da *webcam*, gerando músicas holofractais e promovendo uma interação única entre humanos e máquinas.

O desenvolvimento de agentes virtuais musicais oferece modalidades inovadoras de interação pedagógica (Alves, 2005). Esses agentes, programados para interagir em tempo real, abrem novas possibilidades para o ensino e a prática musical. Projetos como a agente virtual Marceline, demonstram como esses agentes podem servir como ferramentas de produção musical e também possivelmente como facilitadores educacionais, oferecendo aos alunos oportunidades para interações musicais personalizadas e imersivas.

Essa abordagem inovadora se alinha com a proposta dos tutores artificiais na educação musical sustentável, uma vez que a visão computacional utilizada por Marceline pode ser aplicada para personalizar o aprendizado musical, tornando-o mais acessível e inclusivo. Marceline serve como um exemplo de como os sistemas holofractais (Prates, 2012), podem criar experiências educacionais imersivas, fornecendo orientação personalizada e adaptativa para estudantes com diferentes habilidades.

Sustentabilidade nas *práxis* educacionais com IA

A educação sustentável é um aspecto crucial para criar um futuro sustentável, enfrentando vários desafios principais, incluindo infraestrutura inadequada, recursos limitados e falta de conscientização e engajamento (Lin *et al.*, 2023, p. 1).

Durante a experimentação e utilização destas ferramentas, podemos perceber que a implementação da inteligência artificial (IA) nas práticas educacionais exige uma avaliação cuidadosa do seu impacto ambiental, especialmente no que se refere ao consumo energético e aos recursos necessários para operar essas tecnologias. Estudos indicam que a IA pode ser direcionada para promover práticas sustentáveis, especialmente através da otimização do consumo de energia e da redução da emissão de carbono associada aos sistemas educacionais que empregam tais tecnologias (Lin *et al.*, 2023).

Existem diversas iniciativas em andamento que utilizam IA para melhorar a sustentabilidade no setor educacional. Por exemplo, a integração da IA e da Internet das Coisas (IoT) em sistemas educacionais durante pandemias demonstrou potencial para “sustentar a continuidade e a qualidade da educação em situações adversas, minimizando os impactos ambientais pelo uso reduzido de recursos físicos” (Alanazi *et al.*, 2023).

Adicionalmente, a implementação de práticas sustentáveis com o auxílio da IA também envolve a otimização de processos educativos que podem, por exemplo, reduzir o uso de papel e diminuir a necessidade de transporte físico, contribuindo assim para a redução de emissões de gases de efeito estufa. Essas práticas apoiam as metas ambientais globais e promovem uma abordagem adaptativa ao aprendizado, alinhando a educação com as necessidades de um mundo em rápida mudança (Debus *et al.*, 2023).

Embora o presente estudo forneça uma visão inicial sobre a integração da Inteligência Artificial na educação musical sustentável, reconhecemos que aspectos mais profundos sobre a sustentabilidade e o ensino de música neste contexto requerem investigações adicionais. Pesquisas futuras serão conduzidas para explorar essas questões com maior profundidade à medida que novas soluções e descobertas se tornarem disponíveis.

Para avançar nessas iniciativas, sugere-se que as instituições educacionais adotem estratégias detalhadas para assegurar que o uso da IA contribua positivamente para os objetivos de sustentabilidade. Isso inclui a “implementação de tecnologias projetadas para serem energeticamente eficientes e o uso de algoritmos que adaptam os recursos de aprendizagem às necessidades reais dos estudantes, evitando desperdícios” (UNESCO, 2023).

Catálogo das aplicações de IA na Música

Em 2024, ferramentas como *Boomy*, *Soundraw*, *Google Tone Transfer*, *Magenta*, *Cyanite* e *Audiomodern Playbeat* estão na vanguarda dessa revolução, oferecendo soluções inovadoras para músicos e produtores.

Boomy, por exemplo, permite aos usuários criar faixas originais ajustando parâmetros como gênero e humor, facilitando a personalização das composições através de comandos simples. No entanto, é importante notar que a qualidade sonora pode ser inferior em comparação com produções humanas e há limitações quanto aos direitos autorais das músicas criadas. *Soundraw* destaca-se pelo seu editor intuitivo, que permite combinar diferentes gêneros, temas, tempos e instrumentos, criando músicas únicas e prontas para uso comercial. Essa ferramenta pode ser especialmente útil para criadores de conteúdo que necessitam de música personalizada rapidamente (Boomy, 2024; Soundraw, 2024).

Ferramentas de produção como *Audiomodern Playbeat* e *Google Tone Transfer* também são importantes. *Audiomodern Playbeat* utiliza IA para gerar ritmos adaptativos, o que pode ser ideal para produtores que buscam criar batidas sem depender de samples pré-existentes. *Google Tone Transfer* permite transformar sons musicais, como converter o som de uma bateria em um violino, e está disponível gratuitamente (Audiomodern, 2024; Google, 2024).

Plataformas de análise e recomendação, como *Cyanite*, utilizam IA para etiquetagem automática e recomendação de músicas, otimizando a gestão de grandes bibliotecas musicais. *Cyanite* pode ser particularmente útil para empresas de *streaming* e curadores de música que buscam melhorar a experiência do usuário através de recomendações precisas e personalizadas (Cyanite, 2024). No Quadro 1, logo abaixo, apresentamos detalhes sobre as aplicações.

Quadro 1 – Aplicações de Inteligência Artificial

Ferramenta	Função	Pago	Características Principais	Link
Boomy	Gerador de música	Sim	Criação rápida de músicas, envio para plataformas de streaming	https://boomy.com
Soundraw	Composição de música	Sim	Personalização avançada de músicas	https://soundraw.io
Audiomodern Playbeat	Geração de batidas	Sim	Criação de batidas personalizadas	https://audiomodern.com/playbeat/
Google Tone Transfer	Transformação de sons	Não	Transformação de sons em diferentes instrumentos	https://sites.research.google/tonetransfer
Cyanite	Análise e recomendação	Sim	Deteção de similaridade, etiquetagem automática	https://cyanite.ai

Fonte: criação do próprio autor.

Essas ferramentas apresentam diferentes funcionalidades e acessibilidades, e podem estar moldando o futuro da música ao tornarem a criação e produção musical acessível e dinâmica para todos os níveis de habilidade e necessidades criativas.

Integração das ferramentas de IA nas Práticas Musicais

Infelizmente, poucos recursos de IA são gratuitos, e os motivos apontados incluem o alto gasto de energia, infraestrutura e recursos necessários para criar e manter essas ferramentas (Brasil, 2024). Para melhorar esse cenário, dialogando com a literatura, percebe-se que seria interessante implementar políticas públicas que garantam o acesso gratuito a diversas ferramentas profissionais. Integrar essas tecnologias no ensino superior a distância, bem como no ensino fundamental e médio, poderia democratizar o acesso e fomentar habilidades técnicas desde cedo. Tais políticas poderiam incluir subsídios governamentais para o desenvolvimento de ferramentas de IA acessíveis, nacionais e a incorporação de currículos educacionais que promovam a alfabetização digital e a criatividade tecnológica entre os estudantes.

As ferramentas de IA estão sendo cada vez mais integradas nas práticas musicais, potencialmente oferecendo novos métodos de ensino, composição e produção. Ferramentas como MuseNet e AIVA estão sendo usadas para ensinar composição e teoria musical, proporcionando *feedback* em tempo real e permitindo que os alunos explorem diferentes estilos musicais (OpenAI, 2024; AIVA, 2024).

Na produção musical, ferramentas como o plugin *Combobulator* da *DataMind Audio* e o *iZotope RX* podem facilitar a criação de novas músicas e batidas, economizando tempo e esforço para músicos e produtores. O *Combobulator* é uma ferramenta de síntese neural em tempo real que transforma qualquer sinal de áudio em sons com qualidade profissional, utilizando redes neurais treinadas com dados fornecidos por artistas (DataMind Audio, 2024). O *iZotope RX*, por sua vez, é amplamente utilizado para restauração e aprimoramento de áudio, sendo essencial para a produção de faixas limpas e profissionais (iZotope, 2024).

Além disso, ferramentas de *prompts* como *Sapiens Chat* podem auxiliar na composição e na geração de ideias criativas, oferecendo uma interação fluida e intuitiva com o usuário. *Sapiens Chat* não é apenas para música, mas utiliza IA multimodal (*Schizofrenic AI*) para gerar vídeo, música, imagem, texto, códigos, slides e etc, proporcionando uma plataforma versátil para diversas necessidades criativas. No Quadro 2, logo abaixo, apresentamos detalhes sobre as ferramentas apresentadas nesta seção.

Quadro 2 – Ferramentas de Inteligência Artificial

Ferramenta	Aplicação	Pago	Recursos Principais	Link
MuseNet	Criação de música	Não	Ensino de composição, feedback em tempo real	https://musetnet.openai.com
AIVA	Criação de música	Sim	Exploração de estilos musicais, adaptação ao ritmo do aluno	https://aiva.ai
Combobulator	Criação de música	Sim	Síntese neural em tempo real, sons com qualidade profissional	https://datamindaudio.ai
iZotope RX	Produção musical	Sim	Restauração e aprimoramento de áudio	https://www.izotope.com/en/products/rx.html
Suno	Criação de música	Sim	Geração de músicas personalizadas com IA	https://suno.ai
Sapiens Chat	Composição e ideias criativas	Sim	Geração de ideias, interação fluida com o usuário, multimodal (vídeo, música, imagem, texto, códigos, slides e mais)	https://sapiens.chat

Fonte: criação do próprio autor.

Tutores Artificiais na Educação Musical em contextos digitais

Tutores artificiais são capazes de fornecer *feedback* instantâneo, avaliação personalizada e adaptação ao estilo de aprendizado de cada aluno através de tarefas automatizadas e algoritmos de aprendizado de máquina (Herremans; Chuan; Chew, 2017). Plataformas de ensino como *Yousician* e *Simply Piano* têm a capacidade de avaliar continuamente o progresso dos estudantes e ajustar os desafios conforme o desenvolvimento individual, acessando repositórios de *MOOC*² e indicando conteúdo através de algoritmos de aprendizado de máquina. Assim, os alunos avançam no próprio ritmo, promovendo uma experiência de aprendizado mais imersiva no ensino de música a distância. Yu e Lin (2023) argumentam que essa personalização “pode criar uma sensação de empoderamento nos alunos, essencial para sustentar a motivação ao longo do tempo” (Yu, 2023; Lin, 2023).

² *MOOCs* (*Massive Open Online Courses*) são cursos *online*, abertos e massivos. São projetados para serem acessados por um grande número de participantes e geralmente são oferecidos gratuitamente. Estes cursos não possuem requisitos de qualificação para participação, permitindo que qualquer pessoa com acesso à internet possa se inscrever. *MOOCs* são conhecidos por suas datas de início e fim específicas, avaliações automatizadas ou por pares, e pela utilização de diversos recursos educacionais digitais para proporcionar uma experiência de aprendizado abrangente (Souza, 2017, p. 22).

Além disso, a capacidade dos tutores artificiais de responder às necessidades emocionais dos estudantes é uma área de interesse crescente. Alemi, Meghdari e Haeri (2017) afirmam que incluir componentes emocionais nos sistemas de IA pode melhorar a interação tutor-aluno, resultando em uma experiência mais imersiva. A emulação de empatia e emoção nos tutores artificiais pode promover um ambiente de aprendizado que não se concentra apenas no aprimoramento técnico, mas também no cuidado com o bem-estar emocional dos estudantes (Alemi *et al.* 2017).

No entanto, a integração de tutores artificiais na educação musical também pode trazer desafios éticos e pedagógicos. Tuomi (2018) discute a necessidade de abordar esses desafios de forma crítica para garantir que as interações entre tecnologia e educação promovam um equilíbrio saudável entre inovação e tradição. A capacidade dos tutores artificiais de avaliar e responder às necessidades emocionais e cognitivas dos alunos deve complementar, e não substituir, o papel do educador humano (Tuomi, 2018).

Na abordagem empática dos tutores artificiais na educação musical, há necessidade de um entendimento mais profundo das nuances culturais e contextuais de cada aluno, além da simples análise de expressões faciais ou padrões de voz. O desenvolvimento de algoritmos que incorporem variáveis socioculturais pode permitir que os tutores artificiais adaptem seu estilo de ensino a diferentes contextos culturais (Yu *et al.*, 2023).

Dialogando com a literatura de Gordon (2023), que explora a prática da música com as próprias mãos, tutores artificiais podem oferecer uma experiência mais imersiva e adaptativa no ensino a distância, trazendo personalização através de ferramentas tecnológicas como computadores, tablets e smartphones. Essas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem auxiliar na interação pedagógica durante a prática musical e educacional, fornecendo orientação personalizada e estrutura adaptativa para aprimorar as habilidades técnicas e interpretativas dos alunos (Gordon, 2023).

No futuro, independentemente dos tipos de equipamentos inteligentes e tecnologias virtuais, eles serão cada vez mais aplicados na educação. O surgimento de todos os tipos de ferramentas inteligentes também promoverá a melhoria da eficiência e qualidade da aprendizagem dos alunos. A fim de ajudar os professores a concluir o curso de forma mais eficaz e precisa, a perspectiva de introduzir a IA na sala de aula é muito ampla. Pode fornecer ao professor uma ferramenta auxiliar e dar mais atenção ao ensino de acordo com sua aptidão. Portanto, no desenvolvimento da educação musical, precisamos defender ideias inovadoras, aprofundar a compreensão eficaz da IA na indústria da educação musical, fortalecer a aplicação profissional da IA na educação musical, acompanhar de perto a tendência de desenvolvimento da IA e promover o desenvolvimento saudável e sustentável de longo prazo da indústria de educação musical [53 , 54 , 55] (Yu *et al.* 2023, p. 7).

Considerações e perspectivas para o futuro que é agora

Integrar de forma consciente e estratégica a tecnologia na educação musical pode representar um avanço significativo em direção a uma pedagogia que respeita os princípios de sustentabilidade e aplicabilidade prática. Este movimento, conduzido por uma abordagem multi, inter e transdisciplinar, indica oferecer benefícios para estudantes, educadores e a sociedade, preparando todos para um presente-futuro digital e imersivo.

A literatura revisada sugere que a educação musical sustentável deve equilibrar a inovação tecnológica com a responsabilidade ambiental e a inclusão social. O uso de tutores artificiais para criar ambientes de aprendizado personalizados e interativos, que otimizam o consumo de recursos e minimizam o impacto ambiental, é uma das chaves para essa transformação. Contudo, ainda que ferramentas baseadas em Inteligência Artificial (IA), quando implementadas de maneira ética, podem enriquecer significativamente a experiência educacional sem comprometer os princípios pedagógicos.

Superar o preconceito tecnológico contra a IA é um desafio crucial. Enfatizar seu papel como uma ferramenta dentro das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) é essencial. A IA pode ser vista não como uma substituta, mas como um complemento que enriquece a interação humana na educação musical. Ferramentas de IA podem proporcionar *feedback* instantâneo e adaptar-se às necessidades dos alunos, suportando práticas de interação pedagógica inovadoras que atendem à diversidade de estilos de aprendizagem.

Assim, a utilização da IA na educação musical deve ser acompanhada por uma reflexão crítica e contínua, reconhecendo seus benefícios e desafios. A colaboração entre artistas, educadores, desenvolvedores e pesquisadores é fundamental para garantir que essas tecnologias sejam utilizadas de maneira que respeite os princípios e valores pedagógicos tradicionais e promovam um ambiente de aprendizado inclusivo e sustentável.

Em resumo, a educação musical sustentável, apoiada pela integração da IA, demonstra representar um avanço promissor para um futuro em que a tecnologia e a pedagogia coexistem harmoniosamente. Esta abordagem indica aprimorar as capacidades técnicas dos alunos e enriquecer suas experiências educacionais, promovendo uma aprendizagem intuitiva, adaptativa e humanizada. Através de uma implementação consciente e reflexiva, a educação musical pode avançar de maneira sustentável, preparando a próxima geração para os desafios e oportunidades de um mundo interconectado e tecnologicamente avançado.

Referências

ALANAZI, Saad; KAMRUZZAMAN, M. M.; ALRUWAILI, Madallah; ALSHAMMARI, Nasser; ELAIWAT, Said; ABU-ZANONA, Marwan; INNAB, Nisreen; ELZAGHMOURI, Bassam Mohammad; ALANAZI, Bandar Ahmed. AI- and IoT-Assisted Sustainable Education Systems during Pandemics, such as COVID-19, for Smart Cities. *Sustainability*, v. 15, n. 10, p. 8354, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/10/8354>. Acesso em: 21 abr. 2024.

ALEMI, Mino; MEGHDARI, Ali; GHANBARZADEH, Arash. The Impact of Social Robotics on L2 Learners' Anxiety and Attitude in English Vocabulary Acquisition. *International Journal of Social Robotics*, v. 9, n. 3, p. 423-435, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0286-y>. Acesso em: 28 abr. 2024.

ALVES, Márcia Conceição Brandão. *Didática da educação a distância: interação pedagógica*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5092/000509923.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 jun. 2024.

AIVA. *AI Music Composition Software*. 2023. Disponível em: <https://www.aiva.ai/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

AUDIOMODERN. *Playbeat*. 2024. Disponível em: <https://audiomodern.com/playbeat/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BANDLAB. *BandLab for Education: free award-winning education platform*. 2024. Disponível em: <https://edu.bandlab.com/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

BRASIL. *Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial — Governo Digital*. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>. Acesso em: 21 jun. 2024.

BRASIL. Programa IA² MCTI. *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação*, 2024. Disponível em: <https://softex.br/iniciativas/ia2-mcti/>. Acesso em: 21 jun. 2024.

BORGES, Valterlei. *Novos modelos de produção musical e consumo: um estudo sobre as mudanças ocorridas com o advento das plataformas digitais*. 2011. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011. Acesso em: 22 jun. 2024.

BOOMY. 2024. Disponível em: <https://boomy.com>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CERNEV, Francine Kemmer. Aprendizagem musical colaborativa mediada pelas tecnologias digitais: uma perspectiva metodológica para o ensino de música. *Revista da ABEM*, v. 26, n. 40, 2018. Disponível em: <https://revistaabem.abem.mus.br/revistaabem/article/view/718>. Acesso em: 23 jun. 2024.

CHEN, Jason Chi Wai. AI in Music Education: The Impact of Using Artificial Intelligence (AI) Application to Practise Scales and Arpeggios in a Virtual Learning Environment. In: MA, W.W.; TONG, K.; TSO, W.B.A. (eds). *Learning Environment and Design: Educational*

Communications and Technology Yearbook. Springer, Singapore, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-8167-0_19. Acesso em: 21 jun. 2024.

CYANITE. 2024. Disponível em: <https://cyanite.ai>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DADABOTS. *Ciência*. 2024. Disponível em: <https://dadabots.com/science.php>. Acesso em: 26 jun. 2024.

FERREIRA, Rodrigo Rafael Rodrigues da Silva. A utilização de digital audio workstations no ensino de música: uma proposta metodológica ativa baseada em projetos. In: INTERCOM - CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 42., 2019, Belém-PA. INTERCOM - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, *Anais...* 2019. Acesso em: 26 jun. 2024.

GORDON, Edwin. Learning sequences in music: skill, content, and patterns. Chicago: GIA Publications, 2012. Disponível em: <https://www.overdrive.com/media/3866376/learning-sequences-in-music>. Acesso em: 21 jun. 2024.

GOOGLE. *Tone Transfer*. 2024. Disponível em: <https://sites.research.google/tonetransfer>. Acesso em: 20 jun. 2024.

HERREMANS, Dorien; CHUAN, Chin-Hui; CHEW, Elaine. A Functional Taxonomy of Music Generation Systems. *ACM Computing Surveys*, v. 50, n. 5, p. 69:1-69:30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3108242>. Acesso em: 21 jun. 2024.

JONES, Aidan; CASTELLANO, Ginevra; CAÑAMERO, Lola; AYLETT, Ruth. Emphatic Robotic Tutors for Personalized Learning: A Multidisciplinary Approach. In: Tapus, Adriana; André, Elisabeth; Martin, Jean-Claude; Ferland, François; Ammi, Mehdi (Eds.). *Proceedings of the 7th International Conference on Social Robotics, ICSR 2015, Paris, France, October 26-30, 2015*. Springer International Publishing, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5_29. Acesso em: 21 abr. 2024.

LIN, Chien-Chang; HUANG, Anna Y. Q.; LU, Owen H. T. Artificial Intelligence in Intelligent Tutoring Systems Toward Sustainable Education: A Systematic Review. *Smart Learning Environments*, v. 10, n. 1, p. 41, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MA, Ning; YU, Xiaofei; ZHENG, Lei; WANG, Licheng; WANG, Kai. Developments and Applications of Artificial Intelligence in Music Education. *Technologies*, v. 11, n. 2, p. 42, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/technologies11020042>. Acesso em: 20 jun. 2024.

MICROSOFT. *Accelerating Sustainability with AI: A Playbook*. Microsoft On the Issues, 2023. Disponível em: <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2023/11/16/accelerating-sustainability-ai-playbook/>. Acesso em: 21 abr. 2024.

MÉIO, Daniel Baker. *Criação musical com o uso das TIC: um estudo com alunos de licenciatura em música a distância da UnB*. 2014. Dissertação (Mestrado em Música) – Programa de Pós-Graduação em Música, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/17822>. Acesso em: 13 abr. 2024.

MUSENET. 2024. Disponível em: <https://musenet.openai.com>. Acesso em: 20 jun. 2024.

PRATES, Eufrásio. *Música holofractal em cena: experimentos de transdução semiótica de noções da física holonômica, da teoria do caos e dos fractais no campo da improvisação performática*. 2012. Acesso em: 26 jun. 2024.

PIMENTA, Ricardo Lima. *O ensino do contrabaixo elétrico no CEP-EMB: a visão dos alunos do curso básico*. Brasília-DF, 2021. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Música. Instituto de Artes, Departamento de Música, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2021. Acesso em: 21 abr. 2024.

RAUDUVAITÉ, Asta.; YAO, Zhiyu. The role of emotions in music education: theoretical insights. In: SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. *Proceedings of the International Scientific Conference*, Volume I, 26 maio 2023, p. 491-502. Rezeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17770/sie2023vol1.7078>. Acesso em: 12 jun. 2024.

RIBEIRO, Tauan da Cunha; Marins, Paulo Roberto Affonso. Inteligência Artificial aplicada aos processos de formação musical: questões éticas sobre uma simbiose criativa. In: 9º Nas Nuvens... Congresso de Música, *Anais...* 2023. Disponível em: <https://zenodo.org/records/10262254>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SOUNDRAW. 2024. Disponível em: <https://soundraw.io>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SOUZA, Tomás Teixeira de. *Laboratório online de música e tecnologia: planejando e implementando um MOOC para o ensino de Música online*. 2017. Dissertação (Mestrado em Música) – Programa de Pós-Graduação em Música, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/31796>. Acesso em: 14 abr. 2024.

TUOMI, Ilkka. *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education: policies for the future*. European Commission, Joint Research Centre, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2760/12297>. Acesso em: 27 jun. 2024.

UNESCO. *New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution*. 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>. Acesso em: 21 abr. 2024.

YU, Xiaofei; MA, Ning; Zheng, Lei; WANG, Licheng; WANG, Kai. Developments and Applications of Artificial Intelligence in Music Education. *Technologies*, v. 11, n. 2, p. 42, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/technologies11020042>. Acesso em: 23 jun. 2024.