



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELLECTUAL DA UNICAMP

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

<https://sites.google.com/unicamp.br/eemu/anais/anos-anteriores>

DOI: 0

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2023 by UNICAMP/IA. All rights reserved.

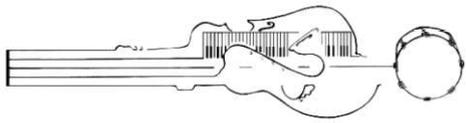
DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>



Educação musical e inteligência artificial: novas perspectivas de aprendizagem

Alexandre Henrique dos Santos
FADYC
alexjazzbass@gmail.com

Raquel Mendes Rochia
UNICAMP
raquel.rochia@gmail.com

Resumo: Este trabalho aborda o conceito de inteligência artificial (IA) e suas relações com o campo da educação musical. Será apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito de IA, suas relações com a produção musical e a revisão de literatura de algumas pesquisas que já utilizam estes recursos na sala de aula de ensino de música. Também será exposta de maneira sucinta a experiência do autor utilizando o software moises.ai em suas aulas de contrabaixo elétrico. A difusão de tecnologias vem evoluindo em alta velocidade nas últimas décadas e este trabalho visa contribuir para a reflexão da educação musical contemporânea sobretudo nos aspectos que envolvem inovação tecnológica e ensino de música.

Palavras-chave: Educação musical e tecnologias. Inteligência artificial. Tecnologias digitais e educação. Inteligência artificial e educação musical.

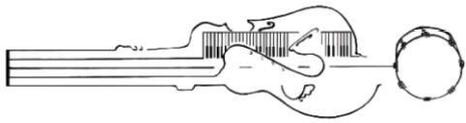
1. Introdução

As relações entre as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e o ensino de música já vêm acontecendo há alguns anos como proposto por Santos (2015), Mendes (2016), Bauer e Mito (2017), Gall (2017) e Santiago (2017). Esta relação vêm evoluindo e se transformando no decorrer das últimas décadas considerando as inovações e avanços que vêm surgindo ao longo destes anos, como a evolução da Internet, dos dispositivos eletrônicos como os *smartphones* e *tablets*, além de outros fatores advindos da difusão tecnológica, como o crescimento exponencial de diferentes redes sociais e *sites* de repositórios de vídeos. Atualmente, os recursos que surgiram através do contexto da Inteligência Artificial (IA) têm inspirado novas perspectivas para o campo da educação musical.

Este trabalho tem como objetivo trazer uma reflexão introdutória sobre as novas possibilidades de recursos de IA para serem utilizados no ensino de música através de uma breve revisão bibliográfica e expor duas atividades realizadas com os softwares ChatGPT²⁹ e o Moises.ai³⁰. Para a compreensão do leitor, o artigo traz em sua primeira parte um breve

²⁹ <https://chat.openai.com/>

³⁰ <https://moises.ai/pt-BR/products/moises-webapp/>



resumo sobre o conceito de IA Na segunda parte mostra algumas pesquisas envolvendo as IA e música e, finalmente, as relações das IA com a educação musical.

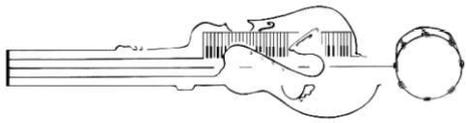
2. Breve resumo sobre inteligência artificial

O conceito de IA vem sendo estudado no campo de pesquisa das ciências da computação há mais de meio século. Alan Turing (1912-1954), considerado por muitos como o pai da ciência da computação, publicou em 1950 o artigo *Computing Machinery and Intelligence (Máquinas de Computação e Inteligência*, tradução do autor). Neste artigo, Turing sugere um teste em que uma pessoa faria perguntas para tentar distinguir entre uma resposta em texto de um computador e de um humano. O teste já foi utilizado diversas vezes e ainda hoje é parte importante da história da IA, (IBM, 2020). Stuart Russell e Peter Norvig, publicaram em 1995 um dos principais livros sobre IA e mostraram neste trabalho oito definições, descritas no quadro 1 abaixo:

<p>"O novo e excitante esforço para tornar os computadores pensantes, máquinas com mentes, no sentido literal" (HAUGELAND, 1985, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p> <p>"A automação de atividades que associamos ao pensamento humano, como tomada de decisão, resolução de problemas e aprendizagem" (BELLMAN, 1978, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p>	<p>"O estudo de faculdades mentais através do uso de modelos computacionais" (CHARNIAK and MCDERMOTT, 1985 <i>apud</i>, RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p> <p>"O estudo dos cálculos que fazem possível perceber, raciocinar e agir (WINSTON, 1992, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p>
<p>"A arte de criar máquinas que executam funções que requerem inteligência quando executadas por pessoas" (KURZWEIL, 1990, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p> <p>"O estudo de como fazer os computadores fazerem coisas que, no momento, os seres humanos são melhores" (RICH and KNIGHT, 1991, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5). (Tradução do autor).</p>	<p>"Um campo de estudo que procura explicar e emular o comportamento inteligente em termos de processos computacionais" (SCHALKOFF, 1990, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5) (Tradução do autor).</p> <p>"O ramo da ciência que se preocupa com a automação da inteligência do comportamento" (LUGER and STUBBLEFIELD, 1993, <i>apud</i>, NORVIG e RUSSEL, 1995, p. 5) (Tradução do autor).</p>

Quadro 1: Definições de IA

Em resumo, podemos entender que a IA é definida em quatro categorias: 1. Sistemas que pensam como humanos; 2. Sistemas que agem como humanos; 3. Sistemas que pensam racionalmente; 4. Sistemas que agem racionalmente (RUSSEL e NORVIG , 1995, p. 05). De



forma geral, a IA é definida como o campo da ciência da computação que combina dados robustos para permitir a resolução de problemas (IBM, 2020).

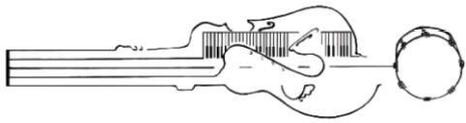
As IA estão presentes no cotidiano das pessoas, atualmente, de diversas formas; por exemplo, os robôs de atendimento (*chatbots*) nos sites de prestadores de serviço como bancos e operadoras de telefonia e Internet, os assistentes virtuais como o assistente do Google, a Siri da Apple e a Alexa da Amazon com diversas funções atribuídas, a identificação dos *spams* nas caixas de *e-mail*, a personalização de anúncios nas redes sociais, além de recomendação de amizades, grupos e comunidades que compartilham dos mesmos interesses. A IA também está presente nos serviços de *streaming* de música, filmes e séries quando estes serviços recomendam o que ouvir e/ou assistir baseados no histórico de navegação do cliente. As IA também estão presentes no mundo dos games nos processos de realidade virtual e aumentada (D'ARC, 2022). É imprescindível que se discuta a relação da IA com a educação e com a educação musical, pois os jovens que hoje provavelmente estão na sala de aula interagem rotineiramente com aplicativos que se utilizam de recursos de IA, como o TikTok³¹, por exemplo.

3. Educação Musical e Inteligência Artificial

As IA estão presentes no ambiente acadêmico da música de diversas formas, que, embora sendo um tema ainda recente, está em crescimento, como podemos verificar através do relato de Zhai e Cuiping (2023), que nos dizem que na China aconteceu, de 22 a 24 de outubro de 2021, a Conferência Mundial sobre Inteligência Artificial para Música, coorganizado pelo Conservatório Central de Música e pela Sociedade Chinesa de IA. A conferência reuniu os principais especialistas globais em inteligência artificial musical, acadêmicos, líderes influentes em áreas relacionadas e representantes de empresas da indústria da música para debater o futuro do mundo da música e promover a produção, aprendizagem e desenvolvimento de inteligência artificial musical (ZHAI e CUIPING, 2023, p. 159).

Segundo Min, Wang, *et al.* (2022), Hiller e Isaacson, em 1959, foram os primeiros pesquisadores a programar um computador para gerar música algorítmicamente. A peça foi composta pelo computador e transformada em partitura para ser então executada por um quarteto de cordas (MIN, WANG, *et al.*, 2022, p. 3356). Estes autores também afirmam que

³¹ www.tiktok.com

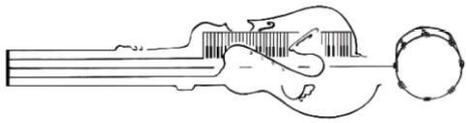


modelos matemáticos como as cadeias de Markov são úteis e utilizáveis em processos de composição musical. Com a evolução das IA, muitas outras ferramentas e pesquisas têm surgido (MIN, WANG, *et al.*, 2022, p. 3356). Alguns exemplos desta relação podem ser comprovados através do estudo de Chen, Zhong e Du (2022), que propõem a composição automática através de processos de IA para um instrumento chinês chamado *Guzheng*. Segundo os autores, o *Guzheng* é um instrumento chinês de mais de 2500 anos e, por seus timbres e padrões característicos, não existem instrumentos modernos com sons semelhantes. A experiência com a IA dos autores supracitados consistiu em primeiro coletar várias peças de músicas tocadas com o *Guzheng* e, posteriormente, as converteram para o formato compatível com a plataforma criada por eles. Depois os autores usaram esses dados para treinar uma IA e usaram esta rede treinada para gerar novas peças musicais de *Guzheng*. Segundo os autores a experiência foi positiva e a metodologia utilizada conseguiu captar a característica de músicas compostas especificamente para o *Guzheng* (CHEN, ZONG e DU, 2022, p. 1).

Em relação à educação musical e as IA, Zhai e Cuping (2023) afirmam que já existe uma série de atribuições utilizando as IA na educação musical envolvendo:

aplicativos de análise musical inteligente, aplicativos de educação musical inteligente, seguidor de partituras musicais, musicoterapia baseada em recomendação inteligente de músicas e trilha sonora de imagem e vídeo, além de outras aplicações (ZHAI e CUIPING, 2023, p. 159).

Os autores também mostram em sua pesquisa as funcionalidades da tecnologia de um aplicativo para o estudo de piano, o *Xiaoma AI sparring app*. Na verdade, a maioria destes aplicativos para ensino de instrumentos musicais baseados em IA funcionam de maneira similar. Os autores dizem que estes programas auxiliares baseados em IA são desenvolvidos em conjunto com equipes profissionais de programadores e professores de piano conhecidos no país, no caso deste artigo - na China ou no exterior. Em geral, os alunos possuem uma conta no aplicativo e podem visualizar o histórico de progresso na base de dados. Para a prática diária de piano, os professores podem visualizar os dados em segundo plano, incluindo o tempo de prática diária dos alunos, o conteúdo da prática e os erros durante a prática. Os professores podem, então, utilizar estes dados para que possam conversar com os alunos em sua aula presencial ou ao vivo através de vídeo conferência sobre os problemas que surgiram durante a prática. Para algumas peças, os alunos podem realizar uma avaliação completa do desempenho da música. Após a avaliação, o *software* gera um relatório de retorno (*feedback*) aos alunos. Após a avaliação e compreensão dos problemas, juntamente com o professor, os



alunos podem corrigir os equívocos e melhorar consideravelmente o resultado da performance (ZHAI e CUIPING, 2023, p. 160).

No Brasil, as pesquisas envolvendo as IA e a educação musical ainda são escassas, mas já estão surgindo trabalhos significativos na área. Após uma rápida pesquisa no site Google Acadêmico foram encontrados alguns trabalhos de educação musical e IA. O trabalho de Barros, Luz e Baia (2019) utiliza uma IA para o reconhecimento das notas musicais. O projeto objetivou auxiliar o aprendizado de música através da identificação de notas musicais usando IA. O diferencial neste trabalho é o retorno de avaliação de desempenho ao aluno. Os autores descreveram um exemplo de atividade no artigo da seguinte maneira: o professor disponibiliza uma partitura editada em um *software* de código aberto para edição de partituras chamado Vexflow³². Para a disponibilização da partitura foi usado o formato de arquivo MusicXML³³, que é um formato que permite o intercâmbio de arquivos de partituras entre diferentes *softwares*. O aluno, então, acessa o servidor e obtém a partitura. O áudio é coletado através do microfone do dispositivo e armazenado para a posterior análise do *software*. Ele realiza o exercício e o *software* analisa seu desempenho mostrando os erros e acertos. Desta maneira o aluno pode corrigir os erros e repetir o exercício buscando uma melhora da leitura das notas. O professor pode acompanhar o resultado através do servidor e usar estes dados para o planejamento da aula presencial.

4. Tecnologias de IA para Educação Musical

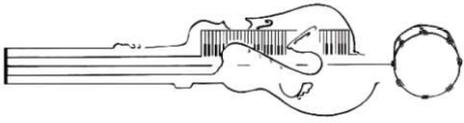
Algumas tecnologias da área de IA já oferecem recursos para serem utilizados na sala de aula de música. A IA ChatGPT³⁴, que foi notícia no final de 2022, oferece uma ampla gama de recursos e possibilidades para as aulas de música. Para saber mais sobre o ChatGPT, o autor perguntou ao próprio robô, que lhe deu a seguinte resposta:

“Eu fui criado pela OpenAI, uma empresa de pesquisa em inteligência artificial com sede nos Estados Unidos. O desenvolvimento do modelo de linguagem GPT (Generative Pre-trained Transformer) envolveu uma equipe de pesquisadores e engenheiros da OpenAI, que trabalharam em conjunto para treinar e afinar o modelo em uma grande quantidade de dados linguísticos. Desde então, eu fui continuamente atualizado e aprimorado com novos dados e técnicas de aprendizado

³² www.vexflow.com

⁵ www.musicxml.com

⁶ <https://chat.openai.com/chat>



de máquina para melhorar ainda mais minhas habilidades em linguagem natural”
(CHATGPT, 2023).

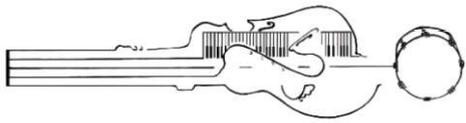
Pelo texto da citação acima, percebe-se a fluência da IA ao produzir o próprio texto. Logicamente, existe uma série de questões éticas que devem ser discutidas sobre as IA e como lidar com estes fatores. De fato, na maioria das vezes o texto não vem pronto para uso, mas pode ajudar em muito a dar uma orientação ao usuário. O autor perguntou ao ChatGPT como poderia utilizá-lo nas aulas de música e ele lhe deu a seguinte resposta:

Como um modelo de linguagem treinado, eu posso ajudar na educação musical de várias maneiras, incluindo:1. Definições de termos musicais: Você pode me perguntar o significado de termos musicais como "andamento", "tonalidade", "melodia", "harmonia" e outros termos musicais para melhorar seu conhecimento teórico da música.2. História da música: Você pode me pedir informações sobre a história da música, incluindo diferentes períodos musicais, compositores famosos, estilos de música, instrumentos musicais, entre outros.3. Composição: Se você estiver interessado em composição musical, posso ajudá-lo com sugestões sobre técnicas de composição, estrutura musical, teoria da harmonia, entre outros.4. Treinamento auditivo: Você pode usar minha capacidade de gerar diferentes sons e acordes para melhorar seu treinamento auditivo, como reconhecer intervalos, acordes e escalas.5. Análise de músicas: Se você quiser analisar músicas e entender como diferentes elementos musicais são usados, pode me pedir para analisar músicas para você. Eu posso identificar acordes, escalas, padrões rítmicos, entre outros.6 Lembre-se de que, embora eu possa ajudá-lo com sua educação musical, é importante complementar meu uso com outras fontes de aprendizado, como livros, aulas e prática regular (CHATGPT, 2023).

O autor fez então o teste de perguntar ao ChatPT qual era o principal compositor do período barroco, no qual ele deu a seguinte resposta:

“O período Barroco é conhecido por ter tido vários compositores importantes, mas se fosse para destacar um como o principal, seria difícil escolher apenas um, pois muitos tiveram grande influência e deixaram contribuições significativas para a música clássica ocidental. Dentre os principais compositores do período Barroco, podemos citar Johann Sebastian Bach, Georg Friedrich Händel, Antonio Vivaldi, Claudio Monteverdi, Arcangelo Corelli e Jean-Philippe Rameau. Cada um desses compositores contribuiu de forma significativa para a música do período, criando obras importantes em diferentes gêneros musicais, como óperas, cantatas, sonatas e concertos. No entanto, é importante lembrar que o período Barroco foi um momento de grande diversidade e experimentação na música clássica, e cada compositor teve sua própria abordagem e estilo único. Portanto, é difícil apontar um único compositor como o "principal" do período, já que todos eles tiveram contribuições importantes e influenciaram a música clássica de maneiras distintas” (CHATGPT, 2023).

De fato, é um recurso excitante e que abre muitas possibilidades para o professor e para o aluno. O ChatGPT também pode ajudar o professor a gerar planos de aula, planejamento semestral de disciplinas, indicação de bibliografias, estruturas de artigos acadêmicos, auxílio à pesquisa etc. Mas é de suma importância ressaltar que esta tecnologia



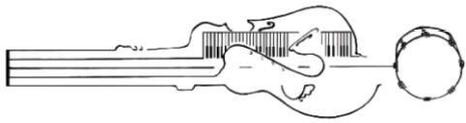
deve ser utilizada como recurso auxiliar e jamais substituirá as ações do professor ou do estudante no processo de ensino e aprendizagem.

Outra tecnologia de IA que o autor do presente trabalho vem utilizando nas suas aulas de contrabaixo elétrico é o software Moises.ai³⁵. Este software consegue, através de recursos de IA separar os instrumentos de um arquivo de áudio em até cinco faixas. Este programa funciona usando técnicas de aprendizado de máquina para analisar o sinal de áudio e separar as diferentes fontes sonoras presentes em uma gravação, como vozes, instrumentos musicais e ruídos de fundo. O processo funciona com o usuário subindo um arquivo de áudio para o *software* que analisa o arquivo e separa em até cinco elementos distintos. Depois deste processo é possível exportar e editar as trilhas separadamente em um *software* de edição de áudio ou gravação, ou ouvir e trabalhar no próprio programa. Em relação às aulas de contrabaixo elétrico, o *software* auxilia o professor e o aluno ao permitir a audição isolada do instrumento em uma determinada música. Além disso o *software* ainda fornece informações de andamento, tonalidade e ainda permite a alteração da velocidade de reprodução. O professor pode também gerar uma nova mixagem sem a parte do contrabaixo para que o aluno possa tocar junto com a formação original da obra, criando uma “*backing track*” da música original. Ou seja, são recursos que facilitam muito aprendizagem do instrumento e motivam os alunos de maneira bem significativa.

Considerações Finais

Este trabalho abordou de forma introdutória a relação das IA e a educação musical. É importante ressaltar que este tipo de tecnologia está em constante evolução e tende a crescer ainda mais nos próximos anos, aliás, as tecnologias digitais estão evoluindo constantemente e é possível que futuramente tenhamos que discutir como serão as aulas de música no ambiente do metaverso, por exemplo. Como dito anteriormente, existe uma série de questões éticas que devem ser debatidas e resolvidas em relação ao uso das IA, contudo, este trabalho tem como objetivo contribuir para levantar uma discussão que será inevitável nos tempos vindouros. Também é importante que se estimule a formação do professor de música, através dos cursos de licenciatura em música e outros cursos de formação (oficinas, *workshops*, curso de curta duração), em relação à utilização de tecnologias digitais, de modo que este profissional entenda a necessidade de utilização e consiga aproveitá-las de forma eficiente para o benefício

³⁵ <https://moises.ai/pt-BR/products/moises-webapp/>



do aluno envolvido no processo de aprendizagem musical, e, finalmente, na área da educação musical brasileira.

Referências

BARROS, Anderson D. S. D.; LUZ, Heverson P. D.; BAIA, Joas W. Inteligência Artificial na Educação Musical. *Revista de Informática Aplicada*, 15, 2019.

BAUER, willian; MITO, Hiromich. ICT in Music Education. In: KING, Andrew; HIMONIDES, Evangelos *The Oxford Handbook of Technology and Music Education*. Oxford: Oxford University Press, 2017.

CHATGPT. ChatGPT. chat.openai.com, 2023. Disponível em: <<https://chat.openai.com/chat>>. Acesso em: 05 Março 2023.

CHEN, Shuling; ZONG, Yong; DU, Ruxu. Automatic Composition of Guzheng (Chinese Zither) music using long short-term memory network (LSTM) and reinforcement learning (RL). *Scientific Reports*, 12, 22 Setembro 2022. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-022-19786-1#citeas>>. Acesso em: 04 Março 2023.

D'ARC, Tânia. O que é inteligência artificial: 16 exemplos no seu dia a dia. *Smarthint.co*, 25 março 2022. Disponível em: <<https://www.smarthint.co/o-que-e-inteligencia-artificial->>. Acesso em: 04 Março 2023.

GALL, Marina. Technology in Music Education in England and Across Europe. In: KING, A.; HIMONIDES, Evangelos *The Oxford Handbook of Technology and Music Education*. Oxford e New York: Oxford University Press, 2017.

IBM. IBM Cloud Education. ibm.com, 2020. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>>. Acesso em: 04 Março 2023.

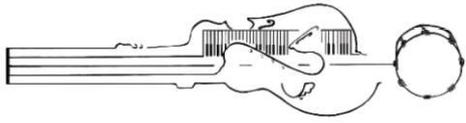
MENDES, Adriana D. N. A. Educação Musical e Tecnologias. In: SANTIAGO, Glauber *Tecnologias para Educação Musical*. São Carlos: EdUFSCar, 2016.

MIN, Jun et al. Application and Research of Monte Carlo Sampling Algorithm in Music generation. *KSII Transaction on Internet and Information System*, 16, Outubro 2022. 3335-3372. Disponível em: <<https://itiis.org/digital-library/37885>>. Acesso em: 04 Março 2023.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*.

SANTIAGO, Glauber L. *Uso de Recursos Tecnológicos no Ensino Musical*. São Carlos: EdUFSCar, 2017.

SANTOS, Alexandre H. D. *As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na Educação Musical: Um Estudo Sobre a Relação das Licenciaturas em Música com o Fenômeno Tecnológico*. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, p. 188. 2015.



TURING , Alan; , M. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 49, 1950. 433-460.
Acesso em: 04 Março 2023.

ZHAI, Yuekun; CUIPING, Xu. The Application of Artificial Intelligence-Assisted Computer on Piano Education. *Computer-Aided Design and Applications*, 20, 2023. 157-167.
Disponível em: <http://cad-journal.net/files/vol_20/Vol20NoS5.html>. Acesso em: 04 Março 2023.