

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA EDUCAÇÃO MUSICAL

AUTOR:

Rodrigo de Oliveira

RESUMO

Com o avanço das tecnologias digitais e de suas vertentes, a utilização da inteligência artificial atua cada vez de forma mais presente no nosso cotidiano, muitas vezes, de forma imperceptível. Através de algoritmos, ela consegue desempenhar diversas funções ligadas aos diferentes setores da sociedade, porém, seu potencial ainda não é amplamente discutido no campo da educação musical. Este artigo visa, através de uma pesquisa bibliográfica, ilustrar como essa tecnologia é aplicada no contexto musical e como a utilização dessa ferramenta como recurso auxiliar na educação em geral pode contribuir para o enriquecimento do ensino de música, a fim de facilitar a compreensão e ampliar as alternativas de propostas pedagógicas que os educadores musicais possuem ao utilizar esses mecanismos. Para tal, nos apoiamos em noções sobre inteligência artificial e em sistemas que permitem que ela seja aplicada de forma convidativa, para, assim, promover um aprendizado mais envolvente quando comparado às práticas convencionais.

PALAVRAS-CHAVE:

Educação musical; inteligência artificial; sistemas inteligentes de tutoria; gamificação.

ABSTRACT

With the advancement of digital technologies and their aspects, the use of artificial intelligence is increasingly present in our daily lives, often imperceptibly. Through algorithms, it manages to perform several functions linked to different sectors of society, however, its potential is not yet widely discussed in the field of music education. This article aims, through a bibliographic search, to illustrate how this technology is applied in the musical context and how the use of this tool as an auxiliary resource in education in general can contribute to the enrichment of music teaching, in order to facilitate understanding and expand the alternatives of pedagogical proposals that music educators have when using these mechanisms. To this end, we rely on notions about artificial intelligence and on systems that allow it to be applied in an inviting way, so as to pro-

mote more engaging learning when compared to conventional practices.

KEYWORDS

Music education; artificial intelligence; intelligent tutoring systems; gamification.

1. INTRODUÇÃO

Com a implementação da inteligência artificial na educação, surgiram também metodologias e estratégias que se adaptaram a este novo cenário. O mesmo ocorreu no ramo da música, onde tais mecanismos foram utilizados a partir de possibilidades e necessidades específicas. Este artigo pretende, a partir da análise das diferentes técnicas e modelos pertencentes à Inteligência Artificial (IA), tornar compreensível o que são e como esses procedimentos podem ser utilizados na educação e na música, visto que existem muitos elementos que incorporam esses dois territórios, que, por sua vez, estão diretamente ligados à educação musical. Além disso, ao longo do texto,

são introduzidos alguns recursos disponíveis nessas áreas, com o objetivo de evidenciar novos materiais que podem ser utilizados no ambiente educacional como uma ferramenta auxiliar e tornar a prática mais próxima da realidade dos estudantes do século XXI.

2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA é uma área da ciência da computação que surgiu na comunidade acadêmica oficialmente em meados de 1956. A origem do termo é atribuída a John McCarthy, que o define como a ciência de criar máquinas inteligentes. Com o passar dos anos, surgiram novas definições, porém, sua essência continua a mesma. Bates (2015, p. 51), por exemplo, a define como a tecnologia que “procura representar através de softwares processos mentais usados na aprendizagem humana”. Contudo, a IA integra diversas subáreas que correspondem desde tarefas relativamente simples para os seres humanos, como reconhecimento de fala ou percepção visual, até problemas

mais complexos, como a previsão de diagnósticos médicos, tomada de decisões, sistemas de recomendações, tradução entre linguagens, ou ainda detecção de fraudes.

O processo de aprendizagem dos computadores ocorre por meio do machine learning, que consiste em algoritmos de programação capazes de interpretar um grande volume de dados e reconhecer padrões. Este processo pode ser realizado de duas maneiras, através de aprendizado supervisionado ou não supervisionado. Na aprendizagem supervisionada, o algoritmo é treinado a partir de dados rotulados previamente, ou seja, a partir de situações conhecidas. Desse modo, ele será capaz de analisar um novo dado e, através das referências anteriormente examinadas, entender padrões que serão utilizados para prever novas situações. Na aprendizagem não supervisionada, não há necessidade de dados rotulados, pois o objetivo desse tipo de aprendizagem é compreender similaridades entre as informações e agrupá-las. Desse modo, ao submeter um novo dado para esse tipo de al-

goritmo, diferentemente do primeiro cenário onde o objetivo era fazer a previsão de uma situação específica, a finalidade será de classificar a nova informação em um agrupamento já estabelecido. Podemos ainda considerar um terceiro método para a análise desse conjunto de informações, a aprendizagem por reforço. Derivada do conceito de behaviorismo da psicologia, nela, o algoritmo aprende qual é a decisão mais apropriada a ser tomada através de um sistema de recompensas e punições, e então, aprimora o seu processo de julgamento de acordo com esses feedbacks.

Apesar das técnicas de aprendizado de máquina anteriormente apresentadas cumprirem um papel extremamente eficiente para a IA, seu foco é realizar previsões e classificações através da produção de modelos capazes de analisar uma grande quantidade de dados estruturados, ou seja, tabelas, planilhas eletrônicas, banco de dados, entre outros, o que a torna aplicável em tarefas que, para os seres humanos, poderiam ser demasiadamente demoradas, devido a grande quantidade

de cálculos e análises. No entanto, em casos em que os dados são apresentados de forma não estruturada, como é o caso de imagens, vídeos, textos, áudios, e assim por diante, é necessária uma outra técnica de treinamento conhecida como deep learning, que se baseia na arquitetura e no funcionamento das redes neurais humanas aliadas ao conceito de machine learning. Tal sistema é possível pois são utilizadas diversas camadas de neurônios, cada uma com o objetivo de simplificar ainda mais o elemento que está sendo processado. Através desse procedimento, o computador é capaz de solucionar problemas que envolvam questões mais abstratas, como o processamento de linguagem natural, reconhecimento de fala ou imagens e análise das ações do usuário para realizar recomendações.

3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO

O uso de tecnologias de computador na educação teve início nas décadas de 60 e 70, logo após o surgimento da inteligência artificial, com o desenvolvimento do que foi denominado de

Aprendizagem Inteligente Assistida por Computador (ICAI) por Carbonell (1970). Logo após, em 1982, Sleeman D. H. e Brown J. S. cunharam o termo 'Sistema Inteligente de Tutoria' (HARUN ZULI, 2019, p. 110, tradução nossa).¹

O termo Sistema Inteligente de Tutoria (ITS) designa um software com propósitos educacionais que utiliza a IA como parte de sua estrutura e, geralmente, possui uma interface em que o aluno possa interagir e receber instruções personalizadas. Além disso, através de um padrão específico de desenvolvimento, cria uma condição de autonomia para o aluno, tornando o professor, acima de tudo, um orientador para a utilização mais produtiva do sistema. Cooper, Nam e Si (2012) comentam:

Um ITS consegue trazer diversos benefícios para fornecer instruções eficazes: (1) Um ITS é capaz de fornecer instrução individualizada que permite que

¹ Texto original: The use of computer technology in education began in the 1960s and 1970s, shortly after the emergence of artificial intelligence, with the development of what was called Intelligent Computer-Assisted Learning (ICAI) by Carbonell (1970). Soon after that, in 1982, Sleeman D. H. and Brown J. S. coined the term 'Intelligent Tutoring Systems'. (HARUN ZULI, 2019, p. 110).

todos os estudantes acessem o mesmo currículo com diferentes pontos de entrada e tarefas de aprendizagem que são adaptadas às necessidades do aluno; (2) Um ITS pode permitir que os estudantes alcancem níveis de proficiência semelhantes de uma forma mais eficiente; e (3) Com um design apropriado, um ITS pode permitir que professores humanos concentrem-se em um pequeno subconjunto de alunos que precisam de ajuda extra, além da assistência fornecida pela instrução do ITS, e, assim, fornecem uma instrução mais eficaz. (COOPER; NAM; SI, 2012, p. 138, tradução nossa).²

Segundo Holland (2000, p. 3), um ITS, em geral, é composto por três componentes modulares de IA, cada um com sua própria área de especialização. O primeiro é o modelo de domínio, que é especialista no assunto que está sendo ensinado, ou seja, o módulo que é capaz de realizar as tarefas. O segundo corresponde ao modelo de aluno, cujo objetivo é construir uma referência dos conhe-

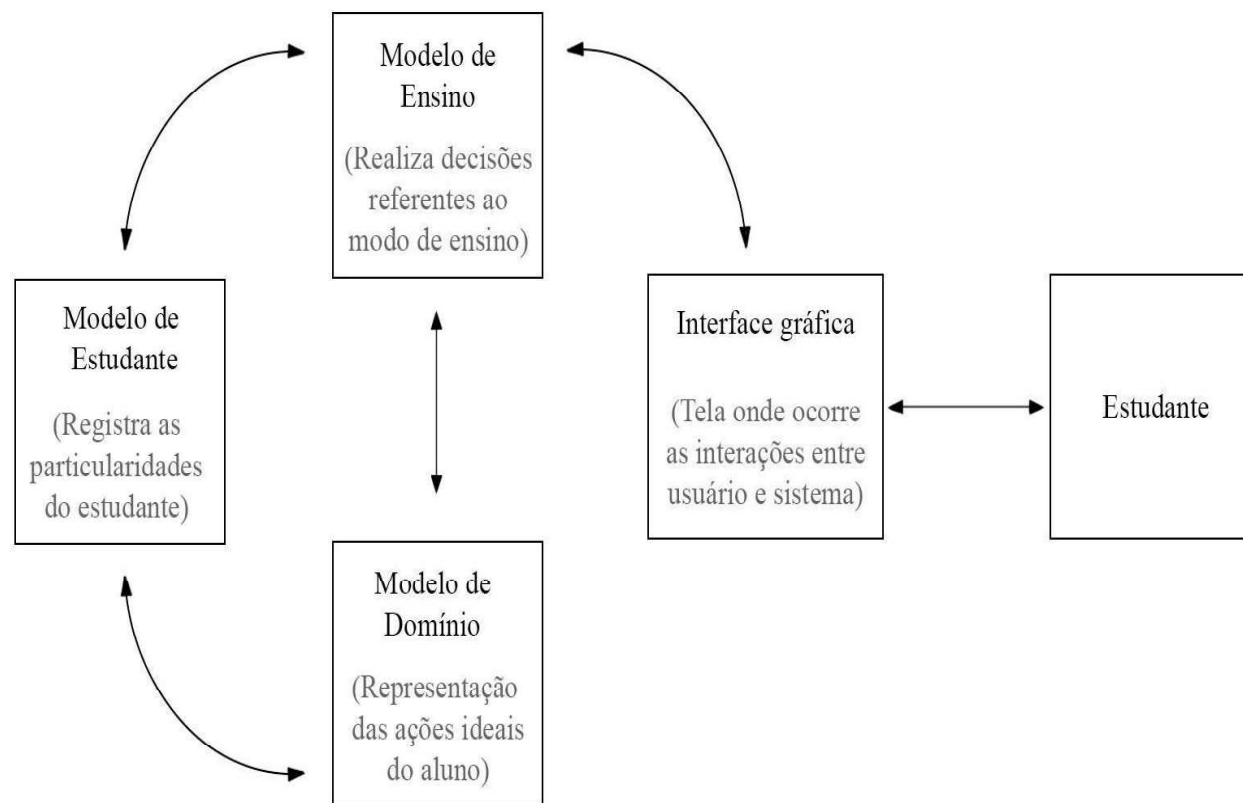
² Texto original: Serious game: a mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further government or corporate training, education, health, public policy, and strategic communication objectives. (ZYDA, 2005, p. 26).

imentos, capacidades e atitudes do educando; dessa forma, permite que o sistema entenda as particularidades de cada estudante e qual forma de aprendizagem melhor se adequa a ele e a determinada situação. Já o terceiro representa o modelo de ensino que tem expertise no processo de

instrução, e emprega estratégias de ensino que variam de estilo, como a abordagem socrática, o coaching ou o ensino através de analogias.

Esses três componentes atuam de forma conjunta para criar a interface gráfica, na qual, através das in-

Figura 1 - Componentes de um Sistema Inteligente de Tutoria genérico



Fonte: Elaborada pelo autor, (12 jul. 2021).

formações coletadas e processadas ao longo do uso do software, é apresentada a abordagem que melhor se encaixa a cada usuário, conforme a Figura 1.

4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CONTEXTO MUSICAL

No âmbito da música também se nota o uso dos agentes inteligentes mencionados anteriormente. Podemos citar, por exemplo, o Vivace:

Vivace é um sistema baseado em regras que é especialista na tarefa de escrever corais a quatro vozes, criado por Thomas (1985). Embora não seja em si um ITS completo, ele formou a base para um. Vivace utiliza como entrada uma melodia coral do século XVIII e escreve uma linha do baixo e duas vozes internas que se encaixam na melodia. O sistema aplica regras e diretrizes para harmonização extraídas de livros didáticos e abstraídas da prática de compositores do passado. (HOLLAND, 2000, p. 4, tradução nossa).³

³ Texto original: Vivace is a rule-based expert system for the task of four-part chorale writing, created by Thomas (1985). Although not in itself a full ITS, it formed the basis for one. Vivace takes as input an eighteenth century chorale melody and writes a bass line and two inner voices that fit

Diversos sistemas inteligentes se apropriam dessa temática de coral a quatro vozes, com a intenção de auxiliar quem tem pouco domínio do estudo de harmonia. Além do algoritmo completar a progressão de acordes a partir da linha do soprano, ele também consegue agir de forma didática ao identificar situações que não fazem sentido pelo estilo deste repertório específico, ou que estão organizadas de uma forma que não condiz com as regras de harmonia do período e do estilo. É importante salientar que o objetivo desse tipo de sistema não é ser algo que limite o estudante de criar e, quando necessário, quebrar as regras, mas que atue como uma ferramenta que propicie a compreensão das diversas situações pelo estudante, e, a partir disso, permita que ele elabore composições de forma consciente ou utilize os conhecimentos adquiridos para empregar algumas técnicas específicas desse repertório em outras criações.

Apesar desses softwares voltados
the melody. The system employs rules and guidelines for harmonisation, drawn from textbooks, abstracted from the practice of past composers. (HOLLAND, 2000, p. 4).

ao ensino de técnicas de composição já serem utilizados, por uma questão financeira, a IA teve um impacto imensamente maior na criação de algoritmos capazes de compor trilhas sonoras para filmes, videogames, comerciais e qualquer tipo de conteúdo de entretenimento; uma vez que essas esferas são comercialmente mais viáveis do que a educação musical. Dentre os diversos algoritmos que realizam essas composições, podemos destacar o Artista Virtual de Inteligência Artificial (AIVA).

Projeto da Aiva Technologies, AIVA foi fundado em fevereiro de 2016 por Pierre Barreau, Denis Shtefan, Arnaud Decker e Vincent Barreau. A fonte de suas informações é uma rica história de cerca de 30.000 partituras de composições musicais escritas por compositores como Beethoven, Mozart, Bach, etc. Aprender com contribuidores significativos para a história da música ajudou a AIVA a capturar conceitos de teoria musical e compreender a arte da composição musical. Além disso, isso ajudou a AIVA a criar um modelo matemático de representação do que é música. Este modelo é então usado para escrever músicas completamente únicas. (HARUN ZULI, 2019, p. 104, tradução nossa).⁴

⁴ Texto original: A project of Aiva Technologies, AIVA was founded in February 2016 by Pierre

Com base em técnicas de deep learning, o algoritmo AIVA usa diversas camadas de processamento para transformar a partitura, que é um elemento abstrato, em um complexo conjunto de regras matemáticas que ele é capaz de interpretar, e então utiliza essas informações para entender padrões empregados pelos compositores humanos. Uma vez que esses exemplos são apreendidos, ele estará apto para compor músicas para contextos específicos (AIVA TECHNOLOGIES, 2016). Apesar de esse algoritmo ser inicialmente treinado para criar músicas clássicas para piano, ele passou por diversas modificações que lhe permitiram criar peças para outros instrumentos, inclusive orquestras completas.

5. CONTRIBUIÇÃO DOS SERI-

Barreau, Denis Shtefan, Arnaud Decker and Vincent Barreau. The source of its information is a rich history of about 30,000 scores of musical composition written by composers such as Beethoven, Mozart, Bach, etc. Learning from the significant contributors to musical history helped AIVA capture the concepts of music theory and understand the art of music composition. Also, that helped AIVA, to create a mathematical model representation of what music is. This model is then used by Aiva to write completely unique music. (HARUN ZULI, 2019, p. 104).

OS GAMES E DA GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO MUSICAL

Ainda que o principal desenvolvimento da IA no ambiente musical seja no meio comercial, ela ainda é importante e tem diversas aplicações na educação, como é o caso do modelo Viva-ce citado anteriormente. Porém, por ter uma abordagem em que o estudante atua de forma pouco dinâmica, caso essa estratégia seja usada com muita frequência, os Sistemas Inteligentes de Tutoria podem se tornar enfadonhos e levar ao que chamamos de “Gaming the system”, ou seja, o uso de comportamentos inadequados para cumprir uma tarefa exigida, que podem ser gerados pela desmotivação, falta de interesse ou tédio.

Para tentar evitar esse problema, alguns estudos apontam para a viabilidade da Gamificação nesses aparelhos devido ao seu papel de estimular uma aprendizagem mais natural, ao tornar a interação com o ITS e o conteúdo estudado mais interessantes. Segundo Kapp (2012, p. 10), a “Gamificação usa mecânicas, estéticas e ideias de jogos para envolver pessoas, moti-

var ações, promover a aprendizagem e solucionar problemas”, ou seja, ela pode ser usada como um complemento aos ITSs, tornando-os mais atrativos e coerentes ao contexto dos estudantes. Além disso, a Gamificação cria um ambiente mais descontraído, que permite que o aluno erre sem que seja penalizado.

Contudo, um ITS se fundamenta em uma determinada engenharia e princípios psicológicos que permitem um ensino com base no conhecimento, que, em razão da implementação da Gamificação, pode ter essas características alteradas e passar a ser caracterizado como um Serious Game. Em seu artigo, Zyda (2005) adota a seguinte definição:

Serious game: uma competição mental, disputada com um computador de acordo com regras específicas, que usa entretenimento para promover o treinamento governamental ou corporativo, educação, saúde, políticas públicas e objetivos de comunicação estratégica (ZYDA, 2005, p. 26, tradução nossa).⁵

⁵ Texto original: Serious game: a mental contest, played with a computer in accordance with specific rules, that uses entertainment to further government or corporate training, education,

Portanto, um Serious Game é constituído de elementos pertencentes aos jogos, ao mesmo tempo em que cultiva um carácter educacional, que, por sua vez, pode ser otimizado com o uso da IA, já que consegue, por exemplo, potencializar a disponibilização de recompensas conforme a evolução e as singularidades de cada jogador. Além disso, enquanto em jogos de entretenimento a IA tem o objetivo de competir com o jogador, de forma a proporcionar um desafio e uma imersão mais convincentes, nos jogos educacionais ela é utilizada para acompanhar, conhecer e orientar o estudante, podendo, ainda, servir como um feedback ao professor através do game analytics, que consiste na análise técnica das funcionalidades e estatísticas geradas durante o jogo. Com esses dados, o educador é capaz de compreender quais são as principais dificuldades dos alunos e, então, propor dinâmicas e atividades que preencham essas lacunas.

No que diz respeito, especificamente, ao cenário da educação musical, também encontramos diferentes

health, public policy, and strategic communication objectives. (ZYDA, 2005, p. 26).

possibilidades de incorporação dos Serious Games. Algumas implementações já utilizadas são: Simulação de prática instrumental, treinamentos avançados de percepção, meios alternativos para composição musical através de representações gráficas, análises de partituras, reconhecimento de gestos, e ainda, técnicas de rastreamento de movimento com o objetivo de controlar a música ou parâmetros de áudio. (BARATÊ; LUDOVICO, 2013).

Em seu artigo, Holland (2000, p. 3) cita alguns desses programas que realizam as tarefas apontadas, tal como, Ear Trainer, Interval, Listen, MiBAC Music Lessons, Seventh Heaven, Perceive e Practica Musica. Entretanto, levando em consideração as possibilidades de criação e o grande potencial de processamento dos computadores atuais, naturalmente novos aplicativos já foram criados e trazem novas perspectivas para além do que estes já possuem, porém, nem sempre são adotados de forma massiva em razão da familiaridade com métodos considerados mais populares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Inteligência Artificial já existe há décadas, e se manifesta de maneiras diferentes de acordo com as particularidades de cada área da sociedade. No âmbito da educação, não é diferente. Temos aqui uma ampla gama de sistemas que têm como objetivo ajudar a promover um ensino de melhor qualidade. O intuito deste artigo foi apresentar a contextualização de alguns dos conceitos que permeiam os avanços dessa geração, com base em definições de IA e em suas diferentes técnicas de manipulação de dados e possíveis padrões de estruturação, para torná-los mais acessíveis aos docentes e permitir que eles possam aproveitar essas opções, como forma de complemento na atividade pedagógica.

É importante salientar que, apesar das vantagens, o uso desses aparelhos é apenas um elemento para auxiliar as abordagens já empregadas, ou seja, não há necessidade de excluir uma abordagem para adotar outra. Devemos aproveitar o ponto forte de cada uma, visto que a prática de criação e improvisação com instrumentos reais, assim como atividades que utilizam percussão corporal e voz,

são cruciais para o ensino completo de música. As tecnologias aqui retratadas tentam, sobretudo, expressar ideias e conceitos que, muitas vezes, são pouco claros para o aluno durante o processo de aprendizagem, e podem ser representados de forma clara, por meio da interação com esses recursos. Portanto, é indispensável conhecer as diversas possibilidades disponíveis para decidirmos qual é a mais indicada a cada situação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIVA TECHNOLOGIES. AIVA: Artificial Intelligence Virtual Artist, 2016. Disponível em: <https://www.aiva.ai/about#about>. Acesso em: 16 nov. 2020.

BATES, A. W. (Tony). Teaching in a digital age: guidelines for designing teaching and learning. Vancouver, BC: Tony Bates Associates Ltd, 2015. Disponível em: <https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

BARATÈ, A.; LUDOVICO, L. A. Serious Games for Music Education - A Mobile Application to Learn Clef Placement on the Stave. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION - CSEDU, 5., 2013, Aachen, Germany. Proceedings [...]. Milão: CSEDU, 2013. p. 234-237. Disponível em: [doi:10.5220/0004364902340237](https://doi.org/10.5220/0004364902340237). Acesso em: 06 jul. 2021.

COOPER, S.; NAM, Y. J.; SI, L. Initial Results of Using an Intelligent Tutoring System with Alice. In: CONFERENCE ANNUAL ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION (ITICSE), 17., 2012, Darmstadt, Germany. Proceedings [...]. New York: Association for Computing Machinery, 2012. p. 138-143. DOI: <https://doi.org/10.1145/2325296.2325332>. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2325296.2325332>. Acesso em: 06 jul. 2021.

HOLLAND, S. Artificial Intelligence in music education: a critical review.

In: MIRANDA, E. (ed.). Readings in Music and Artificial Intelligence. Contemporary Music Studies, Harwood Academic Publishers, v. 20, p. 239-274, 2000. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203059746>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228554294_Artificial_Intelligence_in_music_education_a_critical_review. Acesso em: 06 jul. 2021.

KAPP, K. M. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer & Company, 2012.

ZULI, H. How AI can Change/ Improve/Influence Music Composition, Performance and Education: Three Case Studies. INSAM Journal of Contemporary Music, Art and Technology, Toronto, v. 1, n. 2, p. 100-114, jul. 2019. Disponível em: <https://insam-institute.com/wp-content/uploads/2019/07/8.-INSAM-Journal-2-Harun-Zuli%C4%87-How-AI-can-Change-100-114.pdf>.

Acesso em: 06 jul. 2021.

ZYDA, M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. Computer, California, v. 38, n. 9, p. 25-32, Sept. 2005. DOI: 10.1109/MC.2005.297. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1510565>. Acesso em: 06 jul. 2021.

Rodrigo de Oliveira

Graduando no curso de Licenciatura em Música do Instituto de Artes - UNESP.

E-mail: r.oliveira2000@unesp.br