

O uso da inteligência artificial na produção de jogos educativos: o que as pesquisas nos mostram através das análises bibliométricas?

The use of artificial intelligence in the production of educational games: what does research show us through bibliometric analyses?

El uso de la inteligencia artificial en la producción de juegos educativos: ¿qué nos muestran las investigaciones a través de análisis bibliométricos?

L'utilisation de l'intelligence artificielle dans la production de jeux éducatifs : que nous montrent les recherches à travers les analyses bibliométriques ?

Luciana Maria Estevam Marques¹
Universidade Estadual de Campinas
Mestra em Educação, Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0002-5205-1374>

Estéfano Vizconde Veraszto²
Universidade Federal de São Carlos
PH.D. in Education, Science and Technology
<https://orcid.org/0000-0002-4029-4803>

Resumo

Este estudo tem como propósito revisar o estado da arte e analisar, por meio de técnicas de análise bibliométrica, o impacto e a eficácia das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) na concepção e desenvolvimento de jogos digitais com fins educacionais. A partir da análise de 1663 artigos científicos publicados na plataforma Web of Science nos últimos dez anos, foram identificadas quatro categorias temáticas principais: Educação e Jogos, Tecnologia e Jogos, Modelagem e Estratégia, e Inteligência Artificial nos Jogos. Utilizando o software VOSviewer®, foram mapeadas as palavras-chave de maior frequência e força de conexão, permitindo a construção de um panorama sobre as tendências, abordagens e elementos recorrentes na literatura. Os resultados revelam que a IA possui grande

¹ lucianaestevam1975@gmail.com

² estefanovv@gmail.com

potencial para personalizar experiências de aprendizagem, otimizar estratégias de jogo e enriquecer a interatividade dos ambientes educacionais. As análises realizadas oferecem subsídios práticos para o desenvolvimento de jogos digitais mais eficazes, engajadores e alinhados às necessidades pedagógicas contemporâneas.

Palavras-chave: Tecnologias, Inteligência artificial, Jogos educativos, Análise bibliométrica.

Abstract

This study aims to review the state of the art and analyze, through bibliometric techniques, the impact and effectiveness of Artificial Intelligence (AI) technologies in the design and development of digital games for educational purposes. Based on the analysis of 1,663 scientific articles published on the Web of Science platform over the past ten years, four main thematic categories were identified: Education and Games, Technology and Games, Modeling and Strategy, and Artificial Intelligence in Games. Using the VOSviewer® software, the most frequent and strongly connected keywords were mapped, providing an overview of trends, approaches, and recurring elements in literature. The results reveal that AI has significant potential to personalize learning experiences, optimize game strategies, and enrich the interactivity of educational environments. The analyses offer practical insights for the development of more effective, engaging, and pedagogically aligned digital games.

Keywords: Technologies, Artificial intelligence, Educational games, Bibliometric analysis.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo revisar el estado del arte y analizar, mediante técnicas bibliométricas, el impacto y la eficacia de las tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) en el diseño y desarrollo de juegos digitales con fines educativos. A partir del análisis de 1.663 artículos científicos

publicados en la plataforma Web of Science en los últimos diez años, se identificaron cuatro categorías temáticas principales: Educación y Juegos, Tecnología y Juegos, Modelado y Estrategia, e Inteligencia Artificial en los Juegos. Utilizando el software VOSviewer®, se mapearon las palabras clave más frecuentes y con mayor fuerza de conexión, proporcionando una visión general de las tendencias, enfoques y elementos recurrentes en la literatura. Los resultados revelan que la IA tiene un gran potencial para personalizar las experiencias de aprendizaje, optimizar las estrategias de juego y enriquecer la interactividad de los entornos educativos. Los análisis ofrecen aportes prácticos para el desarrollo de juegos digitales más eficaces, atractivos y alineados con las necesidades pedagógicas contemporáneas.

Palabras-clave: Tecnologías, Inteligencia artificial, Juegos educativos, Análisis bibliométrico.

Résumé

Cette étude a pour objectif de passer en revue l'état de l'art et d'analyser, à l'aide de techniques d'analyse bibliométrique, l'impact et l'efficacité des technologies d'intelligence artificielle (IA) dans la conception et le développement de jeux numériques à des fins éducatives. À partir de l'analyse de 1 663 articles scientifiques publiés sur la plateforme Web of Science au cours des dix dernières années, quatre grandes catégories thématiques ont été identifiées : Éducation et jeux, Technologie et jeux, Modélisation et stratégie, et Intelligence artificielle dans les jeux. À l'aide du logiciel VOSviewer®, les mots-clés les plus fréquents et les plus forts en termes de connexion ont été cartographiés, ce qui a permis de dresser un panorama des tendances, des approches et des éléments récurrents dans la littérature. Les résultats révèlent que l'IA possède un grand potentiel pour personnaliser les expériences d'apprentissage, optimiser les stratégies de jeu et enrichir l'interactivité des environnements éducatifs. Les analyses réalisées fournissent des informations pratiques pour le

développement de jeux numériques plus efficaces, plus attrayants et mieux adaptés aux besoins pédagogiques contemporains.

Mots-clés : Technologies, Intelligence artificielle, Jeux éducatifs, Analyse bibliométrique.

O uso da inteligência artificial na produção de jogos educativos: O que as pesquisas nos mostram através das análises bibliométricas?

Introdução

O avanço da Inteligência Artificial (IA) é um fenômeno observado mundialmente e em diversos setores da sociedade. No campo da educação, entretanto, ainda está progredindo, em um ritmo lento. Tavares, Meira e Amaral (2020) aderem a essa linha de pensamento, ao afirmarem que a tecnologia trouxe mudanças significativas na sociedade, mas esse movimento não é refletido no campo educacional. Em um estudo mais recente, Picão et al. (2023, pp. 201) mencionam que os benefícios atuais resultantes do uso de IA estão relacionados à "personalização do ensino", em que é possível criar ambientes de aprendizagem que podem se adaptar às necessidades dos alunos.

A IA pode contribuir para o desenvolvimento de jogos digitais. Garrido (2009) afirma que a história da humanidade foi construída através de estágios evolutivos, sendo que o mesmo processo ocorre com os jogos, que podem utilizar meios digitais para se aprimorarem, alcançar estratégias mais eficientes e proporcionar vitórias, que são os objetivos do jogo.

Considerando, portanto, a importância da IA na educação, a proposta deste estudo é revisar o estado da arte e analisar, por meio de técnicas de análise bibliométrica, o impacto e a eficácia das tecnologias de Inteligência Artificial no design e no desenvolvimento de jogos digitais educativos.

Busca-se com isso identificar as principais tendências, abordagens e elementos recorrentes na literatura científica dos últimos dez anos, categorizando-os em temas estratégicos, que possam subsidiar a criação de jogos educacionais mais eficazes, personalizados e engajadores. O foco está na melhoria da experiência de aprendizagem dos usuários, por meio da aplicação de tecnologias de Inteligência Artificial (IA).

A questão de pesquisa foi formulada com o propósito de compreender como a IA pode impactar e contribuir para o design e desenvolvimento de jogos digitais educacionais. Para isso, o estudo analisou avanços recentes

e diferentes técnicas de IA empregadas na produção desses jogos, com base em artigos científicos publicados na última década. Essa abordagem permitiu mapear práticas consolidadas e emergentes, oferecendo subsídios teóricos e práticos para o desenvolvimento de soluções educacionais inovadoras.

O estudo está dividido em seções, compreendendo esta introdução, uma breve explicação do conceito de jogos a partir de perspectivas filosóficas, históricas e culturais; uma apresentação do conceito de jogos digitais, seguido por uma breve explicação da inteligência artificial em jogos educacionais. Posteriormente, a metodologia, procedimentos para coleta e análise de dados, análise das categorias e, finalmente, as conclusões dos estudos e considerações finais são apresentadas, destacando limitações e sugerindo novos caminhos para pesquisas futuras sobre Inteligência Artificial na construção de jogos educacionais.

O jogo

Na literatura acadêmica, encontramos várias definições para a palavra "jogo". Em uma análise filosófica, recorreremos às contribuições de Wittgenstein (1975), ao escrever sobre jogos de linguagem e todo o processo de entendimento nos diálogos que ocorrem entre as pessoas, de modo que possamos analisar as expressões: significado e sentido das palavras; tal estudo permitiu ao autor construir uma analogia com o jogo de xadrez: rico em detalhes e movimentos bem pensados.

Essa definição filosófica é considerada, porque entendemos que o jogo precisa ser pensado, agregando a atribuição de significado para aqueles que o utilizarão, de modo que os objetivos e ações presentes no jogo tenham não apenas significado, mas também sentido para o público pretendido, além de prever as relações entre indivíduos, seja através do criador-jogador, programador-jogador (considerando jogos digitais), seja até mesmo na relação entre jogador-jogador, como em jogos de tabuleiro, jogos de cartas, jogos digitais, entre outros.

Para Huizinga (2019), o jogo é visto como um fenômeno cultural presente em todo o reino animal, através de rituais; assim, para o autor, o ato de jogar vai além da racionalidade, ao externalizar sentimentos e reações que ultrapassam o corpo físico.

Em termos gerais, Rogers (2013), partindo da definição de jogo, afirma que ele precisa conter três características importantes: contar com a presença de pelo menos um jogador, possuir regras e oferecer uma condição de vitória ao jogador.

No campo educacional, Piaget (2004) também expressa pensamentos sobre jogos, relatando a presença marcante da ludicidade, ao relacioná-la com o desenvolvimento das crianças, quando considera aspectos adaptativos e imitativos que estão presentes no jogo. É um movimento que envolve ações e pensamentos que abarcam a assimilação e a acomodação presentes em um processo repetitivo. O autor também enfatiza que, com a socialização da criança, o jogo permite criar regras que reforçam a imaginação simbólica da criança com a realidade em que vive.

Portanto, é importante considerar que o jogo permite a externalização de vários sentimentos, que vão além do simples ato de jogar; assim, o planejamento é essencial em sua produção, bem como o reconhecimento dos elementos que o caracterizam como jogo, sempre focando nos benefícios que a ludicidade oferece para o desenvolvimento das crianças.

Os jogos digitais

Discutir jogos em formato digital nos leva a considerar as contribuições de Rogers (2013, pp. 27), no livro "Level Up: A guide to designing great games", onde o autor compartilha os elementos essenciais que precisam ser incluídos na construção de jogos. O livro aborda a produção de videogames, os quais ele define inicialmente como "jogos disponibilizados em uma tela de vídeo", adequando, assim, o seu termo para a definição de jogos digitais nesta perspectiva.

No campo educacional, Papert contribui para a integração do universo digital no ensino de Matemática, advogando a tese de que o uso de materiais concretos possibilita a aquisição de conhecimento abstrato, que raramente é assimilado, apenas através da teoria. Ao utilizar ferramentas digitais em seus estudos com uma criança, ele escreveu: "Eu estava brincando como uma criança e sentindo uma explosão vulcânica de criatividade. Por que os computadores não poderiam proporcionar à criança a mesma experiência?" (Papert, 1993, pp. 33).

O movimento para trazer jogos digitais para a perspectiva educacional é inspirado na afirmação de Prensky (2021), quando assevera que um número crescente de educadores tem recorrido aos jogos para desenvolver conteúdo e criar diferentes caminhos para resolver problemas didáticos que não têm obtido sucesso. Ele até sugere que os estudantes e professores de hoje habitam mundos completamente diferentes, com os educadores pertencendo a uma geração pré-digital e os alunos imersos em um universo totalmente digitalizado. Isto remete, portanto, um grande desafio estabelecer comunicação entre os dois.

Inteligência artificial em jogos educacionais

Primeiramente, é importante considerar o uso da IA como um todo. Para isso, recorreremos às contribuições de Aguiar (2023), que afirma que a IA tem sido utilizada na área da saúde há muito tempo para diagnosticar doenças e auxiliar em exames. Na educação, ela surge com o crescente acesso às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), o que possibilitou interações em ambientes educacionais, um movimento que traz uma força transformadora cercada por desafios a serem implementados.

Vicari (2021) afirma que, em 1956, quando a IA teve início, ela era vista de forma isolada e, gradualmente, diversos campos do conhecimento se interligaram. O autor menciona ainda a "Criatividade Computacional", que estará cada vez mais ligada à educação (Vicari, 2021, pp. 1). Nesse

sentido, relacionamos essa criatividade à criação de jogos com objetivos educacionais.

Cardoso (2024) assegura que uma das primeiras contribuições da IA no campo dos jogos ocorreu quando Arthur Samuel escreveu um programa que conseguia jogar damas. Este programa aprendeu a jogar tão bem que chegou ao ponto de derrotar seu próprio criador, provando que era possível construir um programa que fosse além do que lhe foi ensinado.

Metodologia

A metodologia adotada neste estudo baseia-se na análise bibliométrica, uma abordagem quantitativa amplamente utilizada para examinar e compreender a produção científica em uma área específica. Para conduzir essa análise, empregamos a ferramenta VOSviewer®, especialmente projetada para visualizar e explorar redes de coocorrência de termos, autores, instituições e países em bases de dados bibliográficas.

A análise bibliométrica é essencial para identificar padrões, tendências e relações entre elementos bibliográficos, fornecendo insights valiosos sobre a estrutura e dinâmica de uma área de pesquisa. Através dessa análise, podemos examinar a produtividade científica, identificar áreas de interesse, colaborações entre pesquisadores e instituições, além de avaliar a relevância e o impacto de determinados trabalhos científicos.

Ao utilizar o VOSviewer®, somos capazes de criar mapas de conhecimento, que destacam grupos temáticos e padrões de coocorrência de termos em artigos científicos. Esses mapas nos ajudam a visualizar a estrutura da área de pesquisa e identificar áreas emergentes de interesse. Além disso, a análise bibliométrica nos permite rastrear mudanças ao longo do tempo e avaliar o progresso científico, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas, em políticas de pesquisa e financiamento.

A busca foi realizada, considerando os seguintes descritores na Web of Science: inteligência artificial, jogos, educação. Inicialmente, a

plataforma retornou 2027 artigos, cobrindo todo o período de 2014 (data da primeira publicação) até 2024 (data atual).

A decisão de usar as palavras-chave "inteligência artificial", "jogos" e "educação", na busca, está diretamente relacionada ao objetivo de analisar o impacto e a eficácia das tecnologias nos jogos educativos. Essas palavras-chave foram selecionadas por sua relevância para o tema central do estudo. "Inteligência artificial" é essencial para entender como a tecnologia pode ser empregada, nesse contexto, enquanto o termo "jogos" destaca o meio de entrega de conteúdo educacional, e a palavra "educação" enfatiza o propósito educacional dos jogos. A combinação dessas palavras-chave reflete uma abordagem interdisciplinar, reunindo conhecimentos de áreas como inteligência artificial, ciência da computação, psicologia educacional e design de jogos, proporcionando uma compreensão holística do uso da IA na criação de jogos educacionais e suas implicações para a prática pedagógica.

No entanto, a busca foi refinada com o uso das palavras "inteligência artificial" e "jogos educacionais" nos termos buscados, considerando artigos publicados nos últimos dez anos.

Nesta nova etapa, foram encontrados 1663 artigos. A decisão de restringir a busca a este período baseia-se na importância de focar em estudos recentes e que indicaram citações sobre o uso de inteligência artificial em jogos educacionais. Essa abordagem permite explorar as tendências mais atuais e o progresso nesse campo, de forma a direcionar os jogos no contexto educacional.

Após apresentar as análises em categorias, foi compilada uma tabela com palavras de maior frequência, e foram identificadas ações potenciais para consideração na construção de jogos educacionais. Para este estudo, foi decidido focar nas cinco maiores frequências, permitindo um exame detalhado dessas palavras para identificar elementos que possam auxiliar os desenvolvedores de jogos educacionais. Para pesquisas futuras, a intenção é analisar as palavras em ordem decrescente de frequência para

verificar seus contextos na literatura e como podem contribuir ainda mais para a pesquisa dentro deste domínio temático.

Procedimentos de construção e análise de dados

Os dados foram processados no VOSviewer®, considerando inicialmente o critério mínimo de cinco coocorrências, o que resultou em 332 palavras-chave de um total de 6.168. Para garantir consistência, realizou-se a padronização de sinônimos e variações de grafia, mantendo-se apenas a forma mais recorrente. Por exemplo, “AI” (19 ocorrências) e “inteligência artificial” (224 ocorrências) foram tratados como sinônimos, preservando-se o termo de maior frequência. Após esse ajuste, restaram 6.140 palavras-chave, sendo 328 delas com pelo menos cinco coocorrências.

Diante da elevada quantidade de termos, optou-se por reduzir o conjunto a 80 palavras-chave. Essa redução teve como objetivo possibilitar uma análise mais limpa, isto é, com menor sobreposição visual no mapa e maior destaque para os termos de maior relevância, evitando dispersão e ruído informacional. Com esse recorte, tornou-se viável identificar padrões de coocorrência mais claros, facilitando a visualização dos agrupamentos e permitindo interpretações mais consistentes. A categorização final foi conduzida pelo VOSviewer®, sendo os agrupamentos interpretados com base na frequência de coocorrência, na força dos vínculos e na composição dos termos de cada categoria.

Análise da produção acadêmica

Inicialmente, os dados relacionados à produção de trabalhos foram encontrados em ordem decrescente, possibilitando avaliar a pesquisa em termos de produtividade e relevância. Liderando em quantidade de artigos produzidos, a China contribuiu significativamente, com 604 artigos publicados. Seus artigos receberam um total de 6089 citações, refletindo um alto nível de reconhecimento e influência dentro da comunidade

acadêmica. Com uma força total de conexão de 316, a China demonstra uma forte presença na rede global de pesquisa neste campo.

Em segundo lugar, com 368 artigos publicados, os Estados Unidos também estão entre os principais produtores na área de jogos digitais educacionais. Seus artigos receberam 5092 citações, indicando uma alta influência e impacto na pesquisa. Com uma força total de conexão de 222, os Estados Unidos demonstram possuir uma rede de pesquisa bem estabelecida neste campo.

Em seguida, o Japão ocupa o terceiro lugar entre os principais produtores, com 217 artigos publicados e 1592 citações recebidas. Apesar de ter uma quantidade menor de artigos, em comparação com os líderes, o Japão ainda é presente em pesquisas que envolvem jogos digitais educacionais, com uma força total de conexão de 99.

Em quarto lugar, temos a Espanha, com 131 artigos publicados, também se destacando como um dos principais produtores na área de jogos digitais educacionais. Seus artigos receberam 2019 citações, indicando presença dentro da comunidade acadêmica. Com uma força total de conexão de 68, a Espanha demonstra participação na pesquisa neste campo.

Em quinto lugar, temos Cingapura, com 115 artigos publicados. Cingapura também está entre os principais produtores de pesquisa em jogos digitais educacionais. Seus artigos receberam 2955 citações, indicando uma força total de conexão de 169.

Em comparação com os cinco principais países produtores, o Brasil apresenta uma contribuição mais modesta para a pesquisa em jogos digitais educacionais, com 42 artigos publicados e 725 citações recebidas. Embora sua quantidade de artigos e citações seja menor, o Brasil ainda demonstra contribuição na pesquisa neste campo. Sua força total de conexão de 35 indica uma presença na rede global de pesquisa, mas há espaço para um crescimento e impacto maiores na área de jogos digitais educacionais.

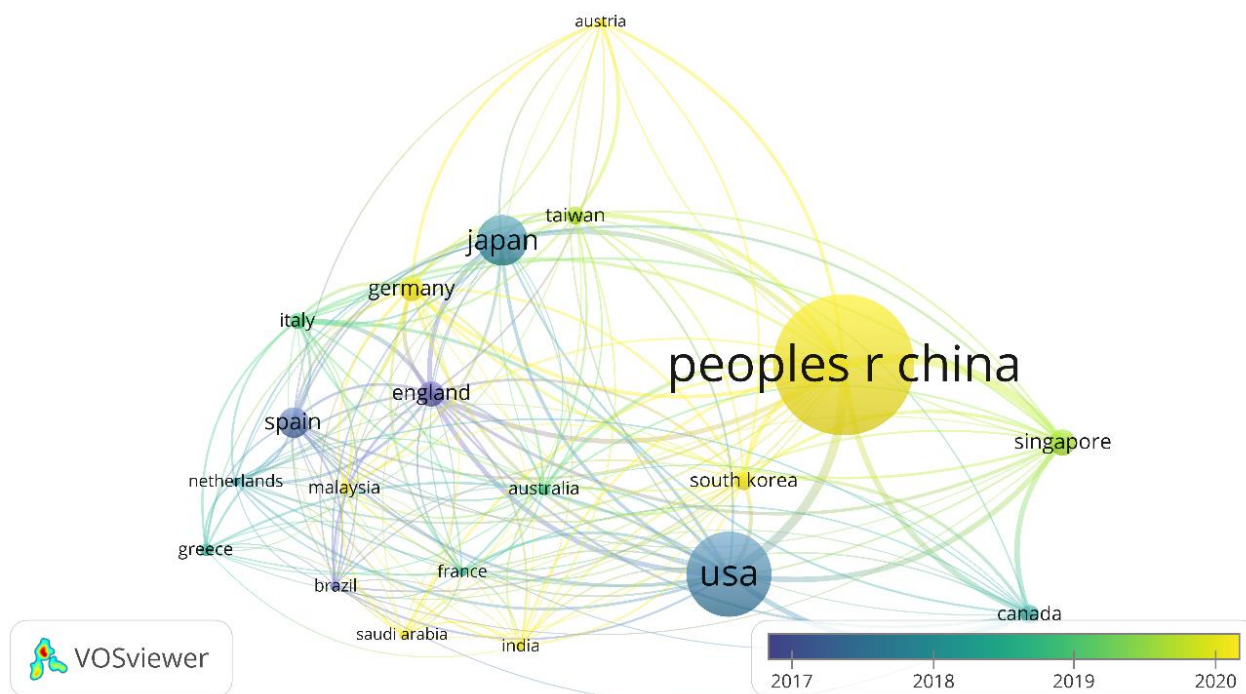
Tabela 1

Produção organizada por país

Sequência	País	Artigo	Citações	Conexões
1	China	604	6089	316
2	EUA	368	5092	222
3	Japão	217	1592	99
4	Espanha	131	2019	68
5	Singapura	115	2955	169
6	Inglaterra	112	2766	153
7	Alemanha	105	2325	108
8	Coréia do Sul	83	1987	89
9	Canadá	80	1393	105
10	Taiwan	79	1259	75
11	Itália	72	1616	85
12	Grécia	55	769	33
13	Austrália	53	1444	61
14	Malásia	46	802	39
15	Brasil	42	725	35

Figura 1

Produções organizadas por país produzida no VOSviewer®



Essa primeira análise apresenta a observância da classificação do Brasil frente a essas produções e permite pensar sobre a importância das pesquisas. Os dados mostram que, embora a China apresente mais

produções, as citações desses trabalhos representam uma razão de 10,89 entre os citados e produzidos; já no Brasil, essa razão é de 17, 26, o que nos evidencia que os estudos estão sendo considerados pelos pesquisadores da área em uma proporção maior entre produção x citação. Essa análise mais global, nos permite perceber que as pesquisas avançam em ritmos diferentes, além de possibilitar reflexões sobre a importância de se investir em pesquisas que promovam mais debates sobre o tema investigado.

Categorias: Elementos nas construções dos jogos

Categoria 1: Educação e Jogos

Esta categoria foca nos elementos centrais da educação em jogos digitais, abordando desde conceitos como "educação" e "jogos educacionais" até aspectos mais específicos como "gamificação", "realidade virtual" e "realidade aumentada". Os termos frequentes sugerem um interesse em como os jogos podem ser utilizados como ferramentas de aprendizagem, bem como em aspectos de design, motivação e engajamento dos estudantes. A presença de "intelligent tutoring systems" indica uma incursão no uso de sistemas inteligentes para fornecer orientação educacional personalizada.

As palavras que compõem o agrupamento mostram algumas tendências, como:

i. **Diversidade de Tópicos Educacionais:** os termos mais frequentes, como "education", "game-based learning", "serious games", e "educational games", indicam uma preocupação central com a educação como um componente fundamental na concepção de jogos digitais. Isso sugere uma abordagem ampla e inclusiva para o uso de jogos na educação, abrangendo desde tópicos curriculares específicos até a promoção de habilidades e competências transversais.

ii. **Ênfase em Design e Experiência do Usuário:** os termos "design", "motivation", "engagement" e "experience" destacam a importância do design de jogos na criação de experiências educacionais envolventes e motivadoras. Isso sugere um reconhecimento da necessidade de considerar aspectos, como desafio, feedback e narrativa, para maximizar o impacto educacional dos jogos digitais.

iii. Exploração de Tecnologias Emergentes: a presença de termos, como "virtual reality", "augmented reality", e "simulation", sugere um interesse crescente no uso de tecnologias imersivas e simulatórias para enriquecer as experiências de aprendizagem oferecidas pelos jogos educacionais. Isso indica uma tendência em explorar novas formas de interação e representação do conhecimento.

iv. Ênfase em Avaliação e Análise: a presença de termos, como "learning analytics", "assessment" e "performance", indica um reconhecimento da importância de avaliar o impacto e eficácia dos jogos educacionais. Isso sugere uma preocupação com a mensuração do aprendizado e o uso de dados para informar a tomada de decisões no design e na implementação de jogos digitais educacionais.

v. Potencial para Personalização e Adaptação: a inclusão de "intelligent tutoring systems" sugere um interesse na integração de sistemas inteligentes para fornecer suporte e orientação personalizados aos jogadores, durante a experiência de aprendizagem. Isso aponta para um reconhecimento da importância da personalização e adaptação para atender às necessidades individuais dos alunos.

Tabela 2

Educação e Jogos

Palavras-chave	Frequência	Força total de conexão
education	155	428
serious games	126	274
game-based learning	83	135
design	67	243
virtual reality	67	170
performance	65	223
gamification	61	139
computer games	59	105
educational games	59	99
motivation	49	138
students	49	174
augmented reality	40	121
children	39	89
technology	36	104
e-learning	34	81
impact	34	115
engagement	33	119
video games	33	64
simulation	32	98
learning analytics	29	74
learning	27	57

science	24	93
knowledge	23	77
intelligent tutoring s	21	48
environment	20	86
mathematics	18	55
skills	18	69
assessment	17	42
computational think	17	49
game design	17	41
experience	16	50
tools	14	55
Feedback	11	40
Robotics	10	42
Online	9	34

Essa categoria revela uma variedade de temas e preocupações relacionadas à integração da educação e dos jogos digitais, destacando a importância do design, da tecnologia e da avaliação, para criar experiências educacionais eficazes e envolventes. Essa análise pode informar o desenvolvimento futuro de jogos educacionais, destacando áreas-chave de foco e pesquisa para maximizar seu potencial educacional.

Categoria 2: Tecnologia e Jogos

Esta categoria explora a interseção entre tecnologia e jogos, com ênfase em temas como "reinforcement learning", "deep learning" e "blockchain". Aqui, há uma clara tendência para abordar aspectos mais técnicos e avançados, indicando um interesse em como tecnologias emergentes podem ser aplicadas no contexto dos jogos digitais. Além disso, termos como "security" e "internet of things" sugerem uma consideração dos desafios e oportunidades relacionados à infraestrutura tecnológica.

i. Ênfase em Tecnologias Avançadas: os termos mais proeminentes, como "reinforcement learning", "deep learning" e "blockchain", refletem um foco claro em tecnologias avançadas que têm o potencial de transformar a forma como os jogos são concebidos e jogados. Isso sugere um interesse em explorar como algoritmos de aprendizado de máquina podem ser aplicados para aprimorar a jogabilidade e, ainda, em como a tecnologia de blockchain pode ser utilizada para criar ambientes de jogo mais seguros e transparentes.

ii. Aspectos Técnicos e de Infraestrutura: termos, como "security", "internet of things", e "edge computing", indicam uma preocupação com os desafios e oportunidades relacionados à infraestrutura tecnológica dos jogos digitais. Isso sugere um reconhecimento da importância da segurança cibernética, da conectividade e do processamento de dados distribuídos, para garantir experiências de jogo de alta qualidade e confiabilidade.

iii. Abordagens para Análise e Otimização: a presença de termos, como "optimization", "task analysis" e "resource allocation", sugere um interesse em abordagens analíticas e de otimização, para melhorar a jogabilidade e a eficiência dos sistemas de jogos. Isso indica uma preocupação com a melhoria do desempenho e da experiência do usuário, por meio da análise cuidadosa de tarefas e da alocação eficaz de recursos.

iv. Exploração do Metaverso e Colaboração: o termo "metaverse" sugere um interesse crescente na criação de espaços virtuais persistentes e interconectados, enquanto termos como "collaboration" e "communication" indicam uma consideração da importância da interação social e da colaboração em jogos digitais. Isso aponta para uma exploração de novos modelos de jogo que transcendem os limites tradicionais de single-player e multiplayer.

Tabela 3

Tecnologia e Jogos

Palavras-chave	Freqüência	Força total de conexão
Games	324	765
reinforcement learning	75	175
game theory	68	166
System	59	161
deep learning	56	158
Optimization	47	123
Networks	44	113
Internet	32	82
internet of things	27	76
task analysis	27	107
Blockchain	25	73
Security	20	73
Training	19	66
Framework	18	71
Challenges	17	55
communication	17	52

Metaverse	14	51
resource allocatio	14	41
edge computing	13	42
computational modeling	12	54
Pricing	12	38
Collaboration	10	42
data models	10	40
wireless communication	10	33
resource management	8	46
Servers	7	40

A categoria 2 destaca a importância das tecnologias emergentes e da infraestrutura tecnológica na evolução dos jogos digitais, bem como o potencial dessas tecnologias para aprimorar a jogabilidade, segurança e interatividade dos jogos. Essa análise pode informar o desenvolvimento futuro de jogos digitais, destacando áreas-chave de foco e pesquisa para impulsionar a inovação neste campo.

Categoria 3: Modelagem e Estratégia nos Jogos

Essa categoria se concentra nas estratégias e dinâmicas presentes nos jogos, com termos, como "model", "algorithm" e "strategy". Há uma forte ênfase na modelagem de comportamentos e processos de decisão, o que sugere um interesse em entender e otimizar a experiência do jogador. Termos, como "cooperation" e "competition", indicam um interesse nas dinâmicas sociais e interativas dos jogos.

Alguns pontos podem ser observados:

- i. Modelagem e Algoritmos: os termos mais frequentes, como "model" e "algorithm", indicam um interesse central na modelagem de sistemas e processos dentro dos jogos digitais. Isso sugere uma abordagem analítica e quantitativa para compreender e manipular a dinâmica dos jogos, com o objetivo de melhorar a jogabilidade e a experiência do usuário.
- ii. Estratégia e Tomada de Decisão: a presença de termos, como "strategy" e "decision making", destaca a importância da estratégia e da tomada de decisão como elementos fundamentais na interação do jogador com o jogo. Isso sugere um interesse em entender como os jogadores

formulam e executam estratégias para alcançar seus objetivos no contexto do jogo.

iii. Dinâmicas Sociais e Competitivas: os termos "cooperation", "competition", e "behavior" indicam um interesse nas dinâmicas sociais e interativas, que surgem quando os jogadores interagem entre si dentro do jogo. Isso sugere uma consideração da importância da colaboração e competição, para enriquecer a experiência do jogador e promover o engajamento a longo prazo.

iv. Gestão e Informação: a presença de termos, como "management" e "information", sugere uma preocupação com a gestão de recursos e informações dentro dos jogos. Isso indica um reconhecimento da importância de fornecer aos jogadores as ferramentas e informações necessárias para tomar decisões informadas e eficazes durante o jogo.

v. Jogos Evolucionários e Dinâmicas Complexas: a inclusão de termos, como "evolutionary games" e "dynamics", sugere um interesse em explorar dinâmicas complexas e emergentes, que podem surgir quando múltiplos agentes interagem dentro do jogo. Isso aponta para uma abordagem mais holística e dinâmica, para modelar e entender a experiência do jogador.

Tabela 4.

Modelagem e estratégia nos jogos

Palavras-chave	Freqüência	Força total de conexão
Model	83	192
Algorithm	43	57
Strategy	39	121
Cooperation	37	56
evolutionary gam	33	64
Dynamics	31	61
Management	29	71
Information	24	44
decision making	23	42
Behavior	20	57
Competition	18	45

A Categoria 3 destaca a importância da modelagem de comportamentos e estratégias nos jogos digitais, bem como a consideração das dinâmicas sociais e competitivas, que surgem durante a interação do jogador. Essa análise pode informar o desenvolvimento futuro de jogos digitais, destacando áreas-chave de foco e pesquisa para aprimorar a experiência do jogador e promover o engajamento a longo prazo.

Categoria 4: Inteligência Artificial nos Jogos

Esta categoria está no cerne da questão, com foco direto em "artificial intelligence" e "machine learning". Aqui, há uma exploração dos fundamentos da IA aplicada aos jogos, com termos, como "neural networks" e "classification". A presença de "go" sugere um interesse específico em como a IA pode competir ou colaborar com os jogadores humanos em jogos complexos. Essa categoria parece ser fundamental para entender como a IA pode ser integrada nos jogos educacionais. Alguns pontos podem ser observados:

i. Aplicação de IA nos Jogos: os termos mais proeminentes, como "artificial intelligence" e "machine learning", indicam um interesse central na aplicação da IA, para melhorar a jogabilidade, a inteligência dos NPCs (personagens não-jogadores) e a experiência do jogador como um todo. Isso sugere uma abordagem avançada para a criação de jogos digitais, que utilizam técnicas de IA, para tornar os jogos mais desafiadores, dinâmicos e envolventes.

ii. Abordagens Específicas de IA: a presença de termos, como "neural networks" e "classification", indica uma exploração mais detalhada das técnicas e algoritmos específicos de IA, que podem ser aplicados nos jogos. Isso sugere um interesse em como redes neurais e algoritmos de classificação podem ser utilizados para tomar decisões inteligentes, reconhecer padrões e criar experiências de jogo mais personalizadas e imersivas.

iii. Jogos Complexos e Desafios de IA: a inclusão do termo "go" sugere um interesse específico em jogos complexos, que representam desafios para os algoritmos de IA. O jogo de Go é conhecido por sua complexidade e é um campo de teste comum para algoritmos de IA avançados. Isso indica um reconhecimento do potencial da IA para competir ou colaborar com os jogadores humanos em jogos digitais.

iv. Exploração de Grandes Conjuntos de Dados: a presença de termos, como "big data", sugere um reconhecimento da importância de grandes conjuntos de dados, para treinar e aprimorar os modelos de IA nos jogos digitais. Isso indica uma abordagem baseada em dados para o desenvolvimento de jogos, que utiliza análises de dados, para informar a tomada de decisões no design e na implementação do jogo.

v. Potencial para Integração em Jogos Educacionais: a presença de IA nos jogos digitais sugere que há espaço para sua integração em jogos educacionais. A IA pode ser utilizada para personalizar a experiência de

aprendizagem, fornecer feedback adaptativo e criar ambientes de aprendizagem dinâmicos, que se ajustam às necessidades individuais dos alunos.

Tabela 5

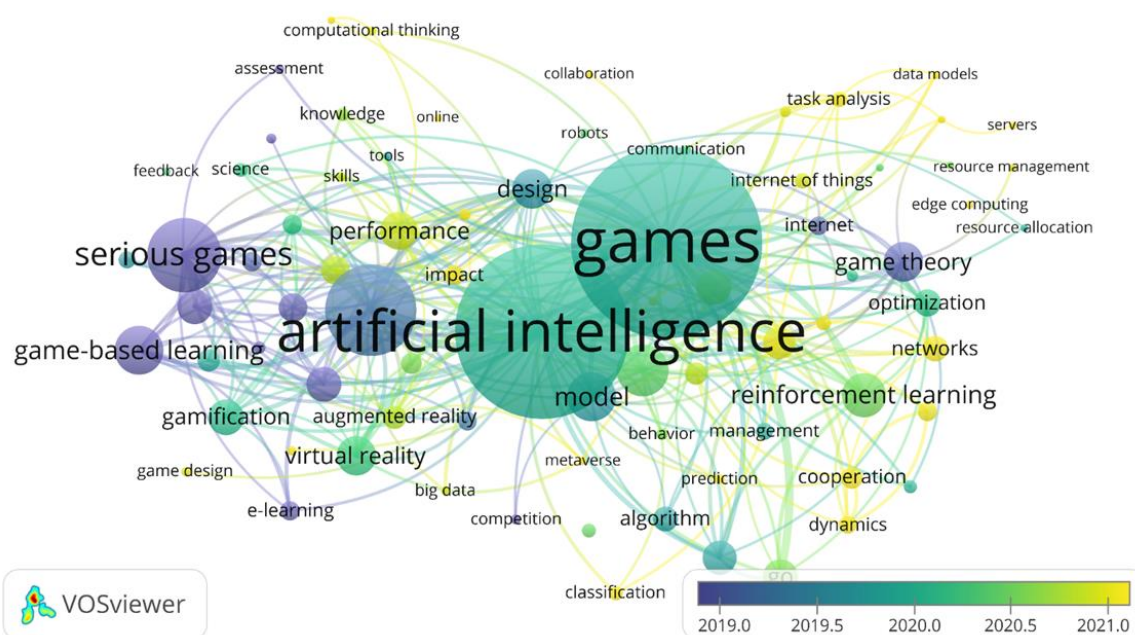
Inteligência Artificial nos jogos

Palavras-chave	Frequência	Força total de conexão
artificial intelligence	295	642
machine learning	88	213
Go	59	133
neural networks	58	131
Classification	24	47
Prediction	18	43
big data	16	51
Robots	15	40

Essa análise indica que a integração da IA em jogos digitais pode ampliar as possibilidades pedagógicas, sobretudo ao permitir experiências de aprendizagem mais ajustadas ao perfil dos estudantes que tenham acesso ao jogo.

Figura 2

Elementos nas construções dos jogos produzidos no VOSviewer®



Resultados e discussões

As análises apresentadas durante o estudo permitiram-nos indicar alguns resultados, a partir de relações que foram estabelecidas como essenciais na construção dos jogos com o uso da Inteligência Artificial. A Tabela 6 exterioriza as cinco palavras dentro de cada categoria que obtiveram maiores frequências.

Tabela 6

Categorias e palavras com maiores frequências

Categorias	Palavras de maiores frequências				
Educação e Jogos	education	serious games	game-based learning	design	virtual reality
Tecnologia e jogos	games	reinforcement learning	game theory	system	deep learning
Modelagem e estratégias nos jogos	model	Algorithm	strategy	cooperation	evolutionary games
Inteligência Artificial nos Jogos	artificial intelligence	machine learning	go	neural networks	classification

As palavras configuram-se como relevantes para o planejamento de jogos digitais com objetivos educacionais. A partir desse conjunto, elaborou-se a Tabela 7, que sugere possíveis ações a serem desenvolvidas, tomando como referência as palavras-chave reunidas na Tabela 6.

Tabela 7*Categorias e palavras com maiores frequências*

Elementos de maior frequência apresentados	Ações possíveis de serem desenvolvidas
Education	Ao se pensar em um projeto de jogo, a educação pode estar presente, considerando as habilidades que se pretende desenvolver com os usuários. Uma das possibilidades é considerar a produção de jogos que contenham o propósito de acelerar habilidades curriculares para além das ações analógicas
Serious games	A partir do propósito de considerar o jogo além do entretenimento, atribuindo a ele possibilidades de promover o avanço acadêmico, vale entendê-lo como um objeto de estudo, cujo propósito envolve seriedade na construção do projeto, pois o relaciona a outras áreas do conhecimento, que perpassam somente a tecnologia. (Werner <i>et al.</i> , 2023)
Game-Based Learning	Nesse sentido, o jogo possui o intuito de promover a aprendizagem, reformular conceitos que, por vezes, encontram-se enraizados, sendo possível, a partir dessa consideração, incluir diversas características que fomentem o avanço da aprendizagem.
Design	Jogos com objetivos educacionais são criados a partir de projetos, de modo que se tenha um propósito a ser atingido. Um jogo digital, que contenha elementos para a aquisição de conceitos, precisa ser desenhado, considerando a abstração na ausência do jogo, de modo que os elementos vivenciados no projeto possam ser relacionados com situações analógicas a posteriori.
Virtual Reality	Possibilita uma melhor experiência ao usuário, considerando que a realidade virtual promove uma dinâmica mais atrativa, contribuindo para o interesse acadêmico (Biaty <i>et al.</i> , 2022). Nesse sentido, os jogos podem reproduzir cenários, que fazem parte do cotidiano das crianças, sendo um campo com grande

potencial para ser explorado durante a execução dos projetos.

Games	O termo jogo é bastante destacado, pois ele representa o contexto do aprimoramento da jogabilidade e do potencial que os jogos podem atingir. Ao se produzir projetos que contemplem o uso das tecnologias para o desenvolvimento de jogos, é preciso considerar o interesse dos educandos pelos jogos, para que os resultados possam ser considerados.
Reinforcement Learning	Os jogos possuem o potencial de promoverem reforços que auxiliam na aprendizagem. As habilidades, que precisam ser desenvolvidas, podem ser consideradas, utilizando ferramentas presentes nos jogos, como cenário, além de relações que podem ser estabelecidas a partir do contexto da criança com os personagens envolvidos no jogo.
Game Theory	A Teoria do jogo considera que as ações dos indivíduos dependem de outros indivíduos (Figueiredo, 1994) Ao construir o jogo, na perspectiva colaborativa, esse elemento contribui para o desenvolvimento de habilidades sociais ao longo da vida.
System	Sistema é considerado, pois trata-se de um elemento essencial para a usabilidade dos jogos produzidos. Conhecer o Sistema Operacional para a produção dos jogos permite a criação de projetos que possam funcionar com maior precisão. No Windows, os Sistemas Operacionais estão sempre se atualizando, para oferecer uma boa experiência ao usuário (Canaltech, 2022).
Deep Learning	O termo está ligado à aprendizagem da máquina, muito voltado à programação dos jogos digitais, ao considerar que a produção de um jogo envolve a integração de dados complexos (Hu <i>et al.</i>, 2023) A compreensão do termo auxilia no cuidado em relação à programação e aos elementos importados, para a construção do jogo, em relação ao tamanho e compatibilidade, de modo a obter um melhor resultado final.

Model	Os modelos são úteis, pois auxiliam nas análises para a criação de novos jogos (Lucchese, Ribeiro, 2009). Os tutoriais de jogos prontos auxiliam na execução de um novo projeto, além de permitir avanços mediante a combinação de códigos permitidos pelo software utilizado.
Algorithm	O algoritmo é a base para a programação que considera a lógica para o desenvolvimento de jogos. Estudar algoritmos vinculados a jogos estimula o envolvimento dos alunos com a lógica matemática. As ações presentes no jogo estão ligadas a diferentes combinações de algoritmos (Rapkiewicz et al., 2007).
Strategy	Estratégia é definida como algo presente no jogo, com base em um conjunto de ações, através das quais o jogo se desenrola, desde a análise do cenário até a interação dos personagens, em busca de equilíbrio para vencer o jogo (Pénard, 2008). Ao construir o jogo, é necessário estabelecer quais estratégias o usuário deve utilizar para alcançar o objetivo proposto no projeto.
Cooperation	É uma característica que pode estar presente nos jogos. Quando é cooperativa, permite que os jogadores se comprometam a alcançar certos objetivos, e também pode ser reduzida a modelos não cooperativos, pois estão ligados aos personagens individuais (Lucchese, Ribeiro, 2009). Portanto, ao produzir jogos, a partir de uma perspectiva colaborativa, sugere-se considerar situações de ajuda mútua, para que possam ser trabalhadas além do jogo.
Evolutionary Games	Refere-se a jogos que utilizam conceitos de evolução para resolver problemas. Jogos com o objetivo de obter recursos para uma comunidade específica, na qual dois jogadores interagem de maneira simétrica e independente, obtendo resultados específicos de suas ações (Borges et al., 2019).
Artificial Intelligence	Existem várias maneiras de implementar a Inteligência Artificial em jogos, uma das quais é proporcionar um ambiente mais realista, criando personagens, melhorando a otimização de recursos e expandindo as

possibilidades daqueles recursos utilizados no jogo (Barbosa, 2024). Ao criar um projeto de jogo, podem ser buscados elementos específicos para fazer parte do cenário, personagens e outros elementos que possam trazer mais realidade ao usuário, com o uso da Inteligência Artificial.

Machine Learning

Refere-se a um conjunto de métodos e algoritmos que extraem conhecimento de dados armazenados e, assim, podem melhorar continuamente suas capacidades, aprendendo com a experiência (Bertolini et al., 2021). Esse tipo de aprendizado está presente no jogo, que melhora, à medida que novas versões são lançadas para oferecer uma melhor experiência ao usuário.

Go

Isso se refere a um jogo desenvolvido pela empresa DeepMind, alcançando nível super-humano, de forma que se autoprograma sem intervenção humana, sendo capaz de lidar com várias tarefas (Gibney, 2017). É um termo frequentemente citado na construção de jogos que envolvem Inteligência Artificial.

Neural Networks

Elas auxiliam nas fases do jogo. Charles e McGlinchey (2007) afirmam que redes neurais são responsáveis pelos movimentos de entrada e saída, que fazem parte da execução do jogo, comparando-os ao aprendizado supervisionado. Determinados comandos revertem em resultados específicos. Ao programar um jogo, é essencial conhecer o grupo etário alvo e quais desafios serão criados para torná-lo envolvente e desafiador para o usuário.

Classification

Existem várias classificações para jogos. Caillois (2001) sugere que o mesmo material pode ser classificado sob diferentes nomenclaturas que definem os jogos. Ao construí-los, é necessário apresentar claramente sua direção ou propósito.

Após as análises, verificou-se que os elementos descritos na Tabela 2 contribuem para ampliar a compreensão sobre o uso da Inteligência Artificial na criação de jogos digitais com diferentes propósitos. A aplicação da IA na construção de cenários, personagens e movimentos relaciona-se

à experiência do usuário, fazendo com que o jogo cumpra os objetivos para os quais foi concebido.

Ao retomar as contribuições de Wittgenstein (1975) sobre os jogos sob uma perspectiva filosófica, ressalta-se que a produção deve considerar o significado e o sentido dos elementos empregados, de modo a avaliar os efeitos que terão para os usuários.

Nessa direção, o fenômeno cultural do jogo, descrito por Huizinga (2019), também se atualiza no formato digital, incorporando os elementos propostos por Rogers (2013) em relação aos participantes, assegurando condições de participação e conquista sem desconsiderar os processos de assimilação e acomodação apontados por Piaget (2004), intrínsecos ao ato de brincar.

Dessa forma, as análises realizadas com o VOSviewer® não indicam de forma direta a melhoria da produção de jogos digitais educacionais, mas fornecem indícios conceituais e categorias que podem subsidiar reflexões, orientar escolhas de design e apoiar discussões sobre como a IA pode ser integrada ao contexto educacional.

Referências

- Aguiar, J. J. B. (2023). *Artificial intelligence and digital technologies in education: Opportunities and challenges*. *Open Minds International Journal*, 4(2), 183–188.
- Barbosa, J. V. D. (2024). *AI in games: Applications, methods, and enhancing player experience* [Sem local de publicação].
- Bertolini, M., et al. (2021). *Machine learning for industrial applications: A comprehensive literature review*. *Expert Systems with Applications*, 175, 114820.
- Biaty, F. P., et al. (2022). *Digital games and virtual reality as didactic material*. [Sem local de publicação].
- Borges, M. R., et al. (2019). *Alentejo Sustainable Tourism Observatory (ASTO): Scientific knowledge helping sustainable tourism implementation in real life*.
- Caillois, R. (2001). *Man, play, and games*. University of Illinois Press.
- Canaltech. (2022). *What is the best version of Windows for gaming?* Retrieved from <https://canaltech.com.br/windows/qual-e-a-melhor-versao-do-windows-para-jogos-229801/>
- Cardoso, F. (2024). *Nothing, forever: A práxis enunciativa e a produção de sentido na geração autônoma do audiovisual por inteligência artificial*.

- Charles, D., & McGlinchey, S. (2004). *The past, present, and future of artificial neural networks in digital games*. In *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Games: Artificial Intelligence, Design, and Education* (pp. 163–169). University of Wolverhampton.
- Figueiredo, R. S. (1994). *Game theory: Concepts, mathematical formalization, and application to joint cost distribution*. *Management & Production*, 1, 273–289.
- Garrid, A. (2010). *Mathematics and artificial intelligence, two branches of the same tree*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1133–1136.
- Hu, Z., et al. (2023). *Deep learning applications in games: A survey from a data perspective*. *Applied Intelligence*, 53(24), 31129–31164.
- Gibney, E. (2017). *Self-taught AI is best at strategy game Go*. *Nature*, 10(1), 68–74.
- Lucchese, F., & Ribeiro, B. (2009). *Conceptualization of digital games* (p. 7). São Paulo.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Brighton: The Harvester Press.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.
- Pénard, T. (2008). *Game theory and institutions*. In *New institutional economics: A guidebook* (pp. 158–179).
- Piaget, J. (2004). *The formation of the symbol in the child: Imitation, play, and dream, image and representation*. Livros Técnicos e Científicos.
- Picão, F. F., Gomes, L. F., Alves, L., Barpi, O., & Luccheti, T. A. (2023). *Artificial intelligence and education: How AI is changing the way we learn and teach*. *Revista Amor Mundi*, 4(5), 197–201. <https://doi.org/10.46550/amormundi.v4i5.254>
- Prensky, M. (2021). *Digital game-based learning*. Editora Senac São Paulo.
- Rapkiewicz, C. H. (2007). *Pedagogical strategies in teaching algorithms and programming associated with the use of educational games*. *RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, RS.
- Rogers, S. (2013). *Level up: A guide to designing great games*. Editora Blucher.
- Shinde, P., & Shah, S. (2018). *A review of machine learning and deep learning applications*. In *Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)* (pp. 1–6). IEEE.
- Tavares, L. A., Meira, M. C., & Amaral, S. F. do. (2020). *Artificial intelligence in education: Survey*. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 48699–48714.

- Werner, F. S., et al. (2023). *Mobile serious games for fine motor coordination development of hands and fingers: Case study with children with Down syndrome*.
- Wittgenstein, L. (1975). *Philosophical investigations* (Collection The Thinkers). São Paulo: Abril Cultural.
- Vicari, R. M. (2021). *Influences of artificial intelligence technologies on education*. *Estudos Avançados*, 35, 73–84.