Ensino e Tecnologia em Revista

ISSN: 2594-3901

http://periodicos.utfpr.edu.br/etr

Uma análise bibliométrica das produções científicas sobre educação e inteligência artificial

Diego Gerônimo Silva
d202310028@uftm.edu.br
orcid.org/0000-0001-8327-9147
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG, Brasil.

Victor Martins Fontoura
victorfontoura2000@hotmail.com
orcid.org/0000-0003-3037-9595
Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga (FADIP), Ponte Nova, MG, Brasil.

José Lucas Pedreira Bueno
lucas.bueno@uftm.edu.br
orcid.org/0000-0002-8151-0912
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG, Brasil.

RESUMO

O estudo explora a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação, analisando as tendências e a evolução das produções científicas nesse campo. Com o objetivo de compreender o desenvolvimento e o impacto da IA na educação, a pesquisa adota uma abordagem bibliométrica, examinando artigos publicados entre 2014 e 2024. A metodologia incluiu uma análise qualiquantitativa, com dados coletados na plataforma *IEEE Xplore*, utilizando as palavras-chave *education* e *artificial intelligence*. Os resultados apontam para um crescimento exponencial nas publicações a partir de 2018, impulsionado pelos avanços em IA e seu crescente uso em práticas pedagógicas inovadoras. Países como China, Índia e Estados Unidos destacam-se como os maiores produtores de estudos sobre o tema. As palavras-chave mais recorrentes indicam um foco na personalização do ensino e no uso de tecnologias como *Machine Learning* e *Big Data*. Conclui-se que, embora a IA apresente um grande potencial transformador na educação, especialmente em termos de personalização do aprendizado e otimização de processos administrativos, ainda há desafios a serem superados, como a formação adequada de educadores e a garantia de equidade no acesso às novas tecnologias. O estudo reforça a necessidade de mais pesquisas para aprofundar a compreensão e aplicação da IA na educação.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência artificial. Educação. Bibliometria.

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) constitui um dos campos de pesquisa da Ciência da Computação. No entanto, a conceituação de IA não possui uma definição única aceita por todos os pesquisadores. Alguns autores a definem como um sistema capaz de resolver problemas complexos e alcançar objetivos em situações concretas de maneira racional, enquanto outros a descrevem de forma ampla como um sistema computadorizado que exibe comportamento inteligente (Russell; Norvig, 2009; Gonsales; Kaufman, 2023).

De acordo com Gonsales e Kaufman (2023), na última década, IA tem se destacado globalmente devido às suas aplicações em diversos setores, mediando a comunicação e a sociabilidade. Presente em áreas como mobilidade, redes sociais, comércio eletrônico, RH, finanças, governo eletrônico, medicina, direito, agronegócio e educação. Sua proeminência atual deve-se aos avanços em redes neurais profundas e à disponibilidade de Big Data, além do aumento da capacidade de processamento dos computadores. No campo educacional, a IA é vista como uma promessa de inovação, embora raramente se discutam questões éticas como proteção de dados e vieses.

Dessa forma, a IA organiza e automatiza tarefas intelectuais, sendo assim relevante para qualquer área da atividade intelectual humana, o que a torna um campo universal (Russell; Norvig, 2009). Na condição de campo universal e ciência multidisciplinar, ao longo do tempo, a IA foi se associando a conhecimentos específicos de diversas áreas: filosofia, matemática, economia, neurociência, psicologia, engenharia e linguística. Destarte, o acúmulo do conhecimento dessas áreas tornou-se essencial para a prosperidade da IA (Gatti, 2019). Essa forma de ensino personalizado por meio da IA demonstra que é possível alcançar finalidades comuns de maneira altamente significativa. Em suma, ela personaliza individualmente a educação a ser ofertada, possibilitando que metodologias inteligentes, baseadas e articuladas em tecnologias digitais, reestruturem a aprendizagem em sala de aula.

Segundo Gatti (2019), pesquisas envolvendo IA e educação já são objeto de estudo há cerca de 30 anos, embora no Brasil o campo de pesquisa ainda seja incipiente. Seja na educação formal ou em ambientes educacionais informais, a IA propõe-se a apoiar as relações de ensino-aprendizagem, onde a programação de um sistema se torna uma ferramenta poderosa para o ensino e a coleta de dados. Assim, por meio da observação e da compreensão das

> [...] etapas pelas quais os alunos passam na aprendizagem de um conteúdo qualquer, os erros e dúvidas que surgem podem dar pistas de como o aprendizado acontece e fornecer dados relevantes no momento de rever a didática de ensino empregada pelos professores em sala de aula. (Gatti, 2019, p. 53).

Nesse contexto, o presente estudo encontra justificativa na necessidade de aprofundar o conhecimento acerca dos recursos e áreas relacionadas às produções científicas no campo da IA associadas à educação. O objetivo deste trabalho é analisar a evolução e as tendências da produção científica relacionada à integração da inteligência artificial na educação. Para tanto, propôs-se uma investigação descritiva da produção acadêmica sobre inteligência artificial e educação,

verificando o crescimento dessas publicações ao longo do tempo e identificando as áreas de foco predominantes.

DO SURGIMENTO ÀS APLICAÇÕES EDUCACIONAIS: A EVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A IA, cuja origem remonta à década de 1950, está intrinsecamente ligada à história do próprio computador. O marco inicial da área ocorreu durante a Conferência de *Dartmouth College*, em New Hampshire (USA), instituindo o termo como uma nova área do conhecimento (Russel; Norvig, 2009). A trajetória da IA tem sido marcada por expectativas, seguidas por períodos de desilusão e escassez de recursos, conhecidos como "Invernos da IA". Exemplos desses períodos foram entre 1975/1980 e 1987/1993, quando o entusiasmo e o financiamento para a área diminuíram consideravelmente (Sichman, 2021).

O objetivo da inteligência artificial é desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas complexas e resolver problemas de maneira semelhante ao pensamento humano. Segundo Sichman (2021) esse avanço tecnológico tem implicações profundas na cultura ocidental, que tradicionalmente enfatiza crenças humanistas, atribuindo superioridade aos seres humanos com base na inteligência e capacidade de pensamento. O autor argumenta que as novas tecnologias do século XXI têm o potencial de desafiar e até mesmo reverter a revolução humanista, transferindo autoridade e poder decisório dos humanos para algoritmos não humanos.

A interseção entre educação e inteligência artificial tem gerado um crescente interesse e inovação nas práticas educacionais. A IA está sendo utilizada para personalizar o aprendizado, automatizar tarefas administrativas e melhorar a eficiência do ensino, tais aplicações permite, a personalização do aprendizado, adaptando os conteúdos e métodos de ensino às necessidades individuais dos alunos. Uma vez que, plataformas de aprendizado online utilizam algoritmos para analisar o desempenho dos estudantes e sugerir materiais que atendam ao seu nível de conhecimento e estilo de aprendizado, além de poder aumentar o engajamento e a retenção de informações. Por fim, temos a automação de tarefas administrativas, como a correção de provas e a gestão de dados acadêmicos. Isso libera tempo para que educadores se concentrem em atividades mais estratégicas, como o desenvolvimento de currículos e a interação com os alunos (Gatti, 2009; Oliveira *et al.,* 2023).

Assim sendo, a integração entre inteligência artificial e educação promove um cenário de transformação na forma como ensinamos e aprendemos, sendo um caminho potencializador na personalização de experiências de aprendizado e otimização de processos administrativos, podendo ser uma aliada poderosa na busca por uma educação mais eficaz e acessível.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO

Este estudo adota uma abordagem quali-quantitativa (Creswell, 2010), sendo caracterizado como descritivo em relação aos seus objetivos e como uma pesquisa bibliográfica quanto aos procedimentos metodológicos, conforme definido por Gil (2008).

A plataforma para a coleta de dados, optou-se pela biblioteca *IEEE Xplore*, que oferece acesso a artigos de periódicos, anais de conferências, normas técnicas e outros materiais relacionados, abrangendo principalmente ciência da computação, engenharia elétrica e eletrônica, além de áreas tangenciais como a educação.

Para coleta das produções científicas foram inseridas as palavras-chave *education* e *artificial intelligence*, visando garantir a relevância dos resultados. Foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão para assegurar a precisão dos dados. Os critérios de inclusão envolveram artigos publicados entre 01/01/2014 e 01/07/2024, em conferências e periódicos científicos, contendo os termos de busca no título do documento. Excluíram-se artigos de revistas editoriais e livros, focando exclusivamente em publicações de alta relevância acadêmica.

A análise dos dados foi conduzida por meio de técnicas bibliométricas (Santos; Kobashi, 2008), que permitem avaliar a produção científica com base em citações, correlacionando-as com o impacto e a influência dos trabalhos. A implementação das análises foi realizada na plataforma *Google Colab*, utilizando a linguagem de programação *Python*, escolhida pela sua simplicidade e vasto conjunto de bibliotecas (*Matplotlib, Wordcloud, Natural Language Toolkit – NLTK*) que facilitam a manipulação de dados e a execução das análises necessárias.

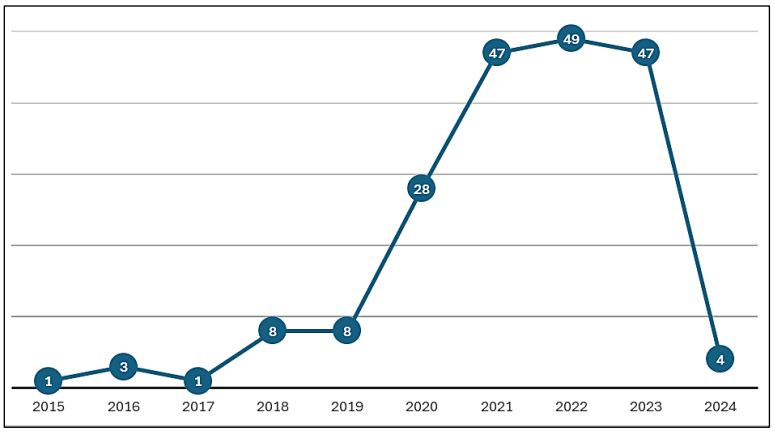
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO MATERIAL EMPÍRICO

A busca inicial na IEEE Xplore, realizada com as palavras-chave *education* e *artificial intelligence*, resultou em um total de 21.803 resultados. Após a aplicação dos critérios de inclusão, que restringiram a busca com os termos de busca no título das publicações, artigos científicos publicados entre 01 de janeiro de 2014 e 01 de julho de 2024, em conferências científicas e periódicos científicos, resultando em 196 textos para análise final.

A Figura 1 mostra a quantidade de publicações sobre educação e inteligência artificial, na qual observa-se uma ausência total de publicações em 2014, seguida por um aumento gradual até 2017. A partir de 2018, nota-se uma inflexão marcante, com um salto de 1 para 8 publicações. Esse crescimento se torna exponencial a partir de 2020, culminando em 47 publicações em 2021 e 49 em 2022. Essa ascensão pode ser atribuída ao avanço tecnológico e à crescente relevância da inteligência artificial na educação, refletindo um aumento na pesquisa e desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras.

Observa-se ainda que em 2023, a quantidade de publicações se mantém elevada, indicando um interesse consolidado. Em 2024, até o presente momento, observa-se um decréscimo para quatro publicações, o que pode ser explicado pela incompletude dos dados anuais até a presente data. Em síntese, o panorama apresentado evidencia uma tendência crescente e robusta de estudos, destacando a relevância emergente da inteligência artificial no campo educacional.

Figura 1: Publicações por ano.



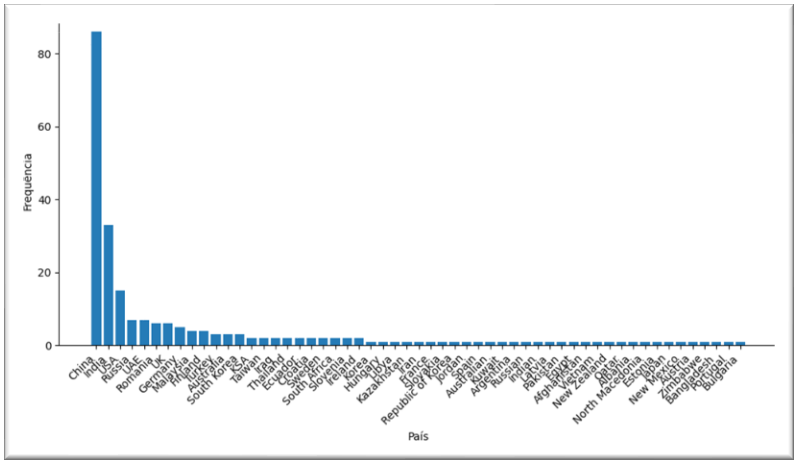
Fonte: Autoria própria (2024).

O estudo realizado por Chen, Chen e Lin (2020, p. 75265-75266) corrobora com os dados apresentados pelos autores:

> […] o aumento no número de artigos publicados nos temas 'IA' e 'Educação' na Web of Science e no Google Scholar desde 2010. Note que os artigos publicados entre 2015-2019 representaram uma grande proporção, ou seja, 70% de todos os artigos indexados. À medida que a educação evolui, os pesquisadores estão tentando aplicar técnicas avançadas de IA, como aprendizado profundo e mineração de dados, para lidar com questões complexas e personalizar métodos de ensino para cada aluno.

A análise crítica da figura 2, que apresenta a frequência dos países de acordo com os autores das publicações na *IEEE Xplore* sobre educação e inteligência artificial, revela tendências geográficas significativas na produção acadêmica deste campo emergente. Destacam-se três países que lideram a produção de artigos: China, Índia e Estados Unidos.

Figura 2: Análise da distribuição territorial das publicações conforme os autores



Fonte: Autoria própria (2024).

Em primeiro lugar, a China ocupa a posição de liderança, demonstrando um esforço substancial em pesquisas que integram inteligência artificial e educação.

Este destaque pode ser atribuído ao investimento governamental massivo em tecnologias emergentes e à crescente ênfase em inovação educacional. As instituições chinesas têm se mostrado altamente produtivas, refletindo um ecossistema robusto de pesquisa e desenvolvimento que sustenta a rápida evolução do campo.

Em segundo lugar, tem-se a Índia com um crescimento expressivo das publicações explicado pelo foco crescente em soluções educacionais tecnológicas para atender a vasta população estudantil do país. A ênfase em acessibilidade e escalabilidade na educação tem impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de aplicações de inteligência artificial, refletindo um compromisso significativo com a transformação digital no setor educacional.

E em terceiro lugar, os Estados Unidos, país que continua sendo um polo central de inovação tecnológica e pesquisa acadêmica de alta qualidade. As instituições americanas, muitas vezes em colaboração com indústrias de tecnologia de ponta, têm contribuído significativamente para o avanço da inteligência artificial na educação. A diversidade de abordagens e a interdisciplinaridade são marcas registradas da pesquisa nos EUA, impulsionando uma produção acadêmica rica e diversificada.

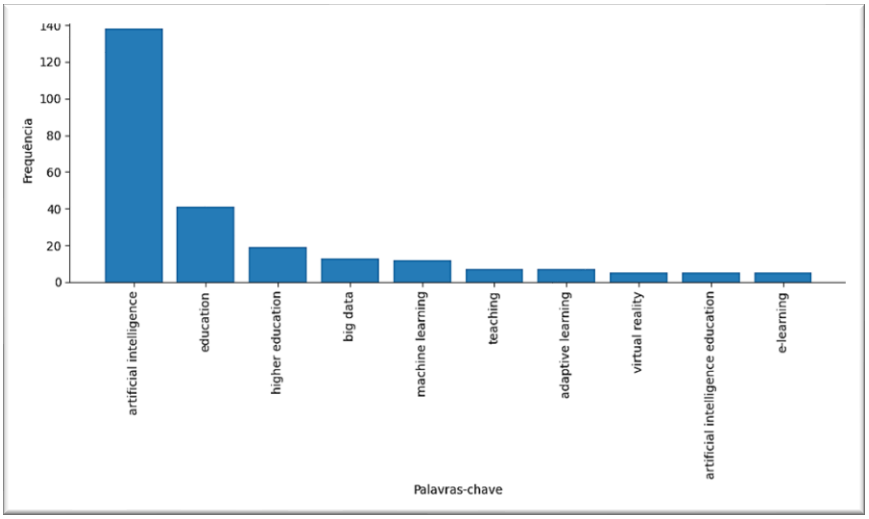
Sobre a incidência alta de produções chinesas, de acordo com Lee (2019), a China aumenta exponencialmente os investimentos em escala histórica em pesquisa e empreendedorismo na IA em vários setores como educação, saúde, negócios etc. O financiamento em startups de IA é por parte de investidores, em capital de risco, das grandes empresas do ramo da tecnologia e do próprio governo chinês. Ainda, segundo Lee (2019, p. 257), o governo chinês lançou um audacioso plano para incentivar competências na inteligência artificial, além de, estabelecer "índices de referência para o progresso até 2020 e 2025 e previa que até 2030 a China se tornaria o centro da inovação global da inteligência artificial, liderando em teoria, tecnologia e capacidade de aplicação".

Quanto ao papel da educação, Lee destaca que caberia cobrir a formação profissional para os empregos na era da IA; oportunizar que a frequência às aulas concedesse a transformação de um entretenimento em carreira (destaca-se os *Games*); propiciar a escolha de formações cuja aprendizagem seja de forma automática; outros usufruiriam essa liberdade para participar em conteúdo como artes, teatro, música ou estudar marketing digital etc. (Lee, 2019).

O pensamento de Sichman (2021), corrobora com o de Lee, o qual destaca que a IA já é parte integrante de nossa experiência diária, sendo utilizada em sistemas financeiros, diagnósticos automáticos, análise de documentos, e até em drones para fins pacíficos e militares, contudo o autor reconhece os desafios técnicos, socioeconômicos e éticos que precisam ser enfrentados para que a tecnologia seja benéfica para a sociedade como um todo.

Após o levantamento dos artigos, é necessário verificar as palavras-chave mais recorrentes entre os 196 artigos, conforme mostrado na figura 3. Vale destacar que alguns dos artigos selecionados abrangem mais de um tema e, que nesse estudo trata-se de um enfoque mais geral de IA e Educação, sem adentrar muito especificamente em uma vertente ou temática.

Figura 3: Palavras-chave destaques na análise das produções científicas



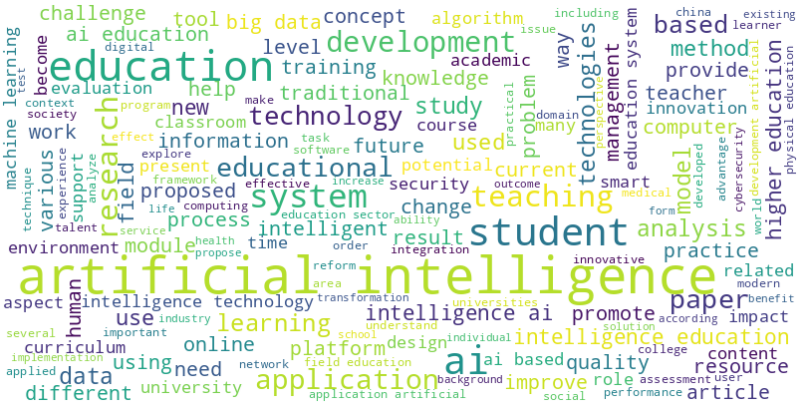
Fonte: Autoria própria (2024).

A palavra-chave *Artificial Intelligence* é a mais recorrente, aparecendo em 138 publicações, o que evidencia a centralidade da inteligência artificial como tema principal das pesquisas. Esse destaque reflete a crescente importância e a vasta aplicação das tecnologias de IA no contexto educacional. A segunda palavra-chave mais frequente, *Education* com 41 ocorrências, indica que, embora o foco seja na inteligência artificial, a aplicação específica dessas tecnologias no âmbito educacional é de particular interesse. O termo *Higher education* com 19 menções, destaca a atenção especial que as instituições de ensino superior estão dedicando à integração da IA em seus currículos e métodos pedagógicos.

Enquanto, *Big Data* mencionada em 13 publicações, sugere uma ênfase significativa na análise de grandes volumes de dados educacionais para melhorar a personalização e a eficácia dos processos de ensino e aprendizagem. O termo *Machine Learning* com 12 menções, destaca o papel crucial dessa subárea da IA na criação de sistemas educacionais inteligentes que podem aprender e se adaptar com o tempo. Por fim, apareceram, *Teaching* e *Adaptive Learning* com sete menções cada e, *Virtual Reality, Artificial Intelligence Education, E-learning* com cinco menções cada termo.

Para análise dos resumos, optamos pelo recurso da nuvem de palavras (Figura 4), que se constitui em uma representação visual de um conjunto de palavras, onde as palavras mais frequentes ou relevantes são destacadas. Ela pode ser utilizada para diversos propósitos, como resumir um texto, analisar um discurso, ilustrar um tema ou estimular a criatividade (Prais; Rosa, 2017). Entre os termos mais ressaltados temos pela nossa nuvem: *Artificial Intelligence, Big Data, Machine Learning, Cybersecurity* e *Education.*

Figura 4: Nuvem de palavras dos resumos das publicações



Fonte: Autoria própria (2024).

Mergulhando nessa rica nuvem de palavras composta por resumos da *IEEE Xplore*, torna-se evidente a ascendência da IA no cenário educacional que se configura como um farol de inovação, iluminando o caminho para a transformação do cenário educacional e o empoderamento dos estudantes, que se entrelaça com diversos aspectos da educação, desde a criação de ambientes de aprendizagem personalizados até a avaliação individualizada do progresso dos educandos. Essa tecnologia revolucionária abre um universo de possibilidades para otimizar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais eficaz, envolvente e acessível.

Embora a IA apresente um potencial transformador inegável, sua implementação na educação não se desvincula de desafios. A integração da tecnologia com as práticas pedagógicas existentes, a necessidade de formação docente adequada e a garantia da segurança e da ética no uso da IA (Baumgratz; Santos, 2024) são apenas alguns dos obstáculos que precisam ser superados. Apesar dos desafios, essa ferramenta oferece um leque de oportunidades promissoras para a educação. A personalização do aprendizado, a otimização do tempo docente, a identificação de alunos em risco e a promoção da inclusão são apenas alguns exemplos do que a IA pode propiciar ao cenário educacional (Gonsales; Kaufman, 2018).

Em consonância, Gatti (2019) articula a importância de integrar a tecnologia no currículo escolar, destacando a necessidade de formar cidadãos críticos e reflexivos em um mundo cada vez mais digital, embora a IA tenha potencial para transformar a educação, sua utilização ainda é limitada e carece de uma abordagem mais profunda e crítica. Além disso, a IA pode identificar estados cognitivos e afetivos dos alunos, ajudando a detectar dificuldades de aprendizagem e proporcionando intervenções mais eficazes. Apesar disso, a autora esclarece que o uso excessivo de ferramentas de IA pode levar à dependência tecnológica, onde os alunos se tornam consumidores passivos em vez de pensadores críticos.

Por fim, Oliveira *et al.* (2023) ressaltam a relevância da IA na educação, enfatizando tanto seu potencial transformador quanto os desafios éticos e práticos associados à sua implementação, entretanto a pesquisa evidenciou a necessidade de uma abordagem cautelosa e ética na integração da IA nos sistemas educacionais, bem como a seriedade de preparar adequadamente os educadores para lidar com essas novas tecnologias. Entretanto, os autores apontaram para a

necessidade de mais pesquisas nesta área, especialmente no contexto brasileiro, para melhor compreensão e aproveitando dos benefícios da IA na educação.

Em relação às citações, o quadro 1 apresenta uma lista dos dez artigos mais citados no período analisado, indicando o título, ano de publicação, autores e número de citações. Embora as produções científicas mais recentes possam ter menor visibilidade, isso não diminui a relevância do número de citações como um parâmetro significativo a ser considerado na avaliação da importância desses trabalhos.

Quadro 1 - Dez artigos mais citados da *IEEE Xplore*

Título/Ano	Autores	Citações
Inteligência Artificial na Educação: Uma Revisão (2020)	Lijia Chen; Pingping Chen; Zhijian Lin	595
Inteligência artificial e ciência da computação na educação: Do jardim de infância à universidade (2016)	Martin Kandlhofer; Gerald Steinbauer; Sabine Hirschmugl-Gaisch; Petra Huber	91
Educação 4.0 - Ensino Superior Assistido por Inteligência Artificial: sistema de reconhecimento precoce com aprendizado de máquina para apoiar o sucesso dos estudantes (2018)	Monica Ciolacu; Ali Fallah Tehrani; Leon Binder; Paul Mugur Svasta	83
Possibilidades e Apreensões no Cenário da Inteligência Artificial na Educação (2021)	Ashraf Alam	74
Ensinando Aprendizado de Máquina na Sala de Aula K–12: trajetórias pedagógicas e tecnológicas para a educação em inteligência artificial (2021)	Matti Tedre; Tapani Toivonen; Juho Kahila; Henriikka Vartiainen; Teemu Valtonen; Ilkka Jormanainen; Arnold Pears	61
Educação Personalizada na Era da Inteligência Artificial: o que esperar a seguir (2021)	Setareh Maghsudi; Andrew Lan; Jie Xu; Mihaela van der Schaar	52
Inteligência Artificial, a peça faltante da educação online? (2018)	Po-Hsuan Lin; Andrew Wooders; Joseph Tao-Yi Wang; Walter M. Yuan	32
Desafios e Oportunidades na Educação em Inteligência Artificial para Jogos Usando Angry Birds (2015)	Du-Mim Yoon; Joo-Seon Lee; Hyun-Su Seon; Jeong-Hyeon Kim; Kyung-Joong Kim	29
A Ascensão da Inteligência Artificial Generativa e Seu Impacto na Educação: Promessas e Perigos (2023)	San Murugesan; Aswani Kumar Cherukuri	27
Aplicações de Inteligência Artificial na Educação K-12: Uma Revisão Sistemática da Literatura (2022)	Mostafa Zafari; Jalal Safari Bazargani; Abolghasem Sadeghi-Niaraki; Soo-Mi Choi	24

Fonte: Autoria própria (2024). Tradução dos títulos do inglês para o português.

Os autores ao analisarem os resumos das publicações puderam observar a personalização e aprimoramento da educação têm sido significativamente influenciados pelo avanço da IA. Nesse aspecto, Chen, Chen e Li (2020) e Maghsudi *et al.* (2021) destacam como a IA, particularmente por meio de *Machine Learning* e *Big Data*, tem facilitado a personalização do ensino ao adaptar currículos e conteúdos às necessidades individuais dos alunos.

Ademais, este avanço é complementado pela exploração da Educação 4.0 por Ciolacu *et al.* (2018), que enfatizaram a criação de ambientes de aprendizagem adaptativos, equipados com sistemas de reconhecimento precoce e *feedback* personalizado. Por fim, Lin *et al.* (2018) contribuem para a discussão ao abordar a eficácia da educação online, sugerindo que a IA, especialmente por meio de robôs, pode aprimorar a experiência de aprendizagem, engajando alunos em contextos culturais variados.

Quanto a essa adaptação curricular, Gatti (2019), no cenário brasileiro, averiguou que a interligação da IA com o currículo é problemática, embora ao destacar que uso dessa tecnologia seja um tema recorrente nas pesquisas, sua utilização se dá principalmente como uma ferramenta de ensino, sem que haja uma discussão aprofundada sobre o que é a IA, para que serve, como é feita e quais são os riscos e potenciais. Além disso, a autora questiona como a instituição escolar irá incluir a IA em seu currículo e qual profissional está capacitado para trabalhar com tecnologia nesse contexto.

Nessa inserção curricular, a alfabetização em IA é abordada por Kandlhofer *et al.* (2016) e Tedre *et al.* (2021) os quais argumentaram que habilidades em IA e ciência da computação se tornarão tão essenciais quanto a alfabetização tradicional. Os autores ainda destacaram a lacuna existente no ensino de *Machine Learning* no currículo K-12[1]. Nesta perspectiva, Zafari (2022) complementou ao revisar o estado da arte da integração da IA na educação K-12, sublinhando o impacto profundo dessa tecnologia nos currículos.

Corroborando, Oliveira *et al.* (2023) destacaram que a alfabetização em IA é crucial para preparar estudantes e educadores para os desafios do mundo contemporâneo. Eles enfatizaram que a educação em IA deve ir além do desenvolvimento de habilidades técnicas, incluindo uma compreensão das implicações éticas, sociais e culturais do uso da tecnologia. A percepção, dos autores, foi de que, embora alguns governos estejam introduzindo a educação em IA desde as fases iniciais do currículo, frequentemente a ênfase é colocada nas habilidades técnicas, negligenciando aspectos críticos e éticos. Em vista disso, uma abordagem interdisciplinar e crítica é necessária para garantir que a alfabetização em IA seja abrangente e eficaz, preparando os estudantes para um uso responsável e consciente dessa tecnologia.

Além disso, a exploração da IA fora dos ambientes tradicionais é abordada por Alam (2021), que investigou como a IA pode ser acessível à população em geral e seu impacto no processo educacional. No entanto, Murugesan e Cherukuri (2023) ressaltaram que, apesar do potencial da inteligência artificial generativa, como o ChatGPT (produto da OpenAI), é crucial considerar suas limitações e os desafios éticos associados para garantir um uso responsável e eficaz.

Oliveira et al. (2023) reforçaram que a introdução de ferramentas de IA generativa, como o ChatGPT, podem impactar a educação, ressaltando os desafios que surgem com o uso dessas tecnologias, dentre eles mencionam: o risco de os alunos se tornarem excessivamente dependentes da ferramenta, prejudicando o desenvolvimento de habilidades críticas e de resolução de problemas; pode fornecer informações imprecisas ou desatualizadas, levando os alunos a formar conceitos errôneos e, por fim, a dependência de interações com IA pode diminuir as oportunidades de interação social e aprendizado colaborativo entre os alunos

Finalmente, a gamificação e a motivação dos estudantes também são áreas onde a IA tem mostrado influência, que para Yoon e Kim (2015) o uso de jogos

pode motivar estudantes de ciência da computação e engenharia, empregando IA para criar níveis personalizados e facilitar a compreensão de conceitos complexos. Essa abordagem contribui para uma experiência educacional mais envolvente e adaptativa, por meio desses agentes inteligentes.

Acerca desses agentes inteligentes, Sichman (2021) apresenta uma percepção positiva e intrigante, destacando seu papel como um paradigma integrador na área de inteligência artificial. Ele menciona que o conceito de agente inteligente, proposto por Russell e Norvig, gerou uma nova área de pesquisa dedicada a investigar como as técnicas de IA podem ser integradas de forma eficaz em um único agente e como esses agentes podem interagir de maneira coordenada e cooperativa para resolver problemas complexos.

Sichman (2021) enfatiza a importância da autonomia dos agentes, discutindo diferentes dimensões dessa autonomia, como a relação com o design, o ambiente, os objetivos e as motivações, além de ressaltar que a autonomia é crucial para refletir sobre os efeitos positivos e negativos da interação entre sistemas de IA e seres humanos. O autor, entretanto, destaca a necessidade de incorporar propriedades inerentes à interação humana nesses sistemas, sugerindo que a autonomia dos agentes deve ser cuidadosamente projetada, dependendo do contexto e da tarefa e, vê como uma área promissora e complexa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado pelos autores sobre a aplicação da IA na educação revelara um campo em expansão, caracterizado por um crescimento significativo na quantidade e na diversidade das publicações científicas, evidenciado desde o início da década de 2010, o qual observou-se uma evolução no entendimento e na aplicação das tecnologias de IA (agentes inteligentes, gamificação, realidade aumentada), que passaram a ser vistas não apenas como ferramentas auxiliares, mas como elementos transformadores no contexto educacional.

O caminho trilhado pelas pesquisas evidenciou que a IA tem potencial para personalizar a aprendizagem, oferecer *feedbacks* instantâneos e adaptar conteúdos às necessidades individuais dos alunos, sendo que avanços estão gradualmente moldando uma educação mais inclusiva e centrada no estudante, onde o aprendizado pode ser adaptado a cada estudante. Todavia, a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta desafios, especialmente em termos de equidade de acesso e de formação adequada dos educadores e estudantes para o uso dessas ferramentas.

As tendências apresentadas pelas publicações sugerem que o futuro da IA na educação estará fortemente ligado à ampliação de práticas pedagógicas baseadas em dados e à integração de tecnologias emergentes, como o *Machine Learning* e a realidade aumentada, nos ambientes de ensino. Essas inovações prometem não apenas melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes, mas fomentar habilidades essenciais para o século XXI, como o pensamento crítico, a colaboração e a resolução de problemas complexos.

Em síntese, as pesquisas já realizadas oferecem uma base sólida para a expansão do uso da IA na educação, indicando tanto os benefícios quanto os desafios que ainda precisam ser superados. Assim sendo, a continuidade desses estudos é essencial para garantir que as tecnologias de IA sejam implementadas de forma ética e humanizadas, contribuindo para uma educação tecnológica que seja mais acessível e transformadora para estudantes e docentes.

A bibliometric analysis of scientific productions on education and artificial intelligence

ABSTRACT

The study explores the application of Artificial Intelligence (AI) in education, analyzing trends and the evolution of scientific productions in this field. Aiming to understand the development and impact of AI in education, the research adopts a bibliometric approach, examining articles published between 2014 and 2024. The methodology included a qualitative and quantitative analysis, with data collected from the IEEE Xplore platform, using the keywords education and artificial intelligence. The results point to an exponential growth in publications starting in 2018, driven by advances in AI and its increasing use in innovative pedagogical practices. Countries such as China, India, and the United States stand out as the largest producers of studies on the topic. The most frequent keywords indicate a focus on personalized learning and the use of technologies such as Machine Learning and Big Data. It is concluded that while AI presents great transformative potential in education, especially in terms of personalized learning and the optimization of administrative processes, challenges remain, such as the proper training of educators and ensuring equity in access to new technologies. The study emphasizes the need for further research to deepen the understanding and application of AI in education.

KEYWORDS: Artificial Intelligence. Education. Bibliometric.

NOTAS

1 K–12 (pronuncia-se "*k twelve*", "*k through twelve*", or "*k to twelve*"), é uma expressão norte-americana para designar o intervalo, em anos, abrangido pelo Ensino Primário e Ensino Secundário na educação dos Estados Unidos. Fonte: Wikipédia.

REFERÊNCIAS

ALAM, Ashraf. Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMPUTING APPLICATIONS, 2021. **Anais Eletrônico...** Disponível em: https://doi.org/10.1109/ICCICA52458.2021.9697272. Acesso em: 05 jun. 2024.

BAUMGRATZ, Helen Cristina Minardi; SANTOS, Rodrigo Otávio dos. O. Além da tecnologia: ética e responsabilidade na era da inteligência artificial. **Revista Contemporânea**, v.4, n.2, p.e3368, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.56083/RCV4N2-076. Acesso em: 10 jun. 2024.

CIOLACU, Monica; TEHRANI, Ali Fallah; BINDER, Leon; SVASTA, Paul Mugur. Education 4.0 - artificial intelligence assisted higher education: Early recognition system with machine learning to support students' success. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOR DESIGN AND TECHNOLOGY IN ELECTRONIC PACKAGING, 24., 2018. **Anais Eletrônico...** Disponível em: https://doi.org/10.1109/SIITME.2018.8599203. Acesso em: 15 jun. 2024.

CHEN, Lijia; CHEN, Pingping; LIN, Zhijian. Artificial intelligence in education: A review. **IEEE access: practical innovations, open solutions**, v.8, p.75264–75278, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510. Acesso em: 15 jun. 2024.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010.

GATTI, Francielle Nogueira. **Educação básica e inteligência artificial**: perspectivas, contribuições e desafios. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22788. Acesso em: 13 jun. 2024.

GONSALES, Priscila; KAUFMAN, Dora. IA na educação: da programação à alfabetização em dados. **Educação Temática Digital**, Campinas, v.25, n.00, p.e023032, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.20396/etd.v25i00.8666522. Acesso em: 10 jun. 2024.

KANDLHOFER, Martin; STEINBAUER, Gerald; HIRSCHMUGL-GAISCH, Sabine; HUBER, Petra. Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 2016. **Anais Eletrônico...** Disponível em: https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570. Acesso em: 05 jun. 2024.

LEE, Kai-Fu. **As Superpotências da Inteligência Artificial**: A China, Silicon Valley e a Nova Ordem Mundial. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2019.

LIN; Po-Hsuan; WOODERS, Andrew; WANG, Joseph Tao-Yi; YUAN, Walter M. Artificial intelligence, the missing piece of online education? **IEEE engineering management review**, v.46, n.3, p.25–28, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2868068. Acesso em: 05 jun. 2024.

MAGHSUDI, Setareh; LAN, Andrew; XU, Jie; SCHAAR; Mihaela van der. etPersonalized education in the artificial intelligence era: What to expect next. **IEEE signal processing**

magazine, v.38, n.3, p.37–50, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3055032. Acesso em: 05 jun. 2024.

MURUGESAN, San; CHERUKURI, Aswani Kumar. The rise of generative artificial intelligence and its impact on education: The promises and perils. **Computer**, v.56, n.5, p.116–121, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1109/MC.2023.3253292. Acesso em: 05 jun. 2024.

OLIVEIRA, Laize Almeida de.; SANTOS, Antonio Marques dos; MARTINS, Rafael Castelo Guedes; OLIVEIRA, Erlania. Lima de. Inteligência artificial na educação: uma revisão integrativa da literatura. **Peer Review**, v.5, n.24, p.248–268, 2023. Disponível em: https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1369. Acesso em: 15 jun. 2024.

PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; ROSA, Vanderley Flor da. Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: Estudos sobre Educação**, v.28, n.1, p.201–219, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.14572/nuances.v28i1.4833. Acesso em: 15 jun. 2024.

SANTOS, Raimundo Nonato Macedo dos; KOBASHI, Nair Yumiko. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v.2, n.1, p.155-172, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10089. Acesso em: 18 jun. 2024.

SICHMAN, Jaime Simão. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, v.35, n.101, p.37–50, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.004. Acesso em: 20 jun. 2024.

TEDRE, Matti *et al.* Teaching machine learning in K–12 classroom: Pedagogical and technological trajectories for artificial intelligence education. **IEEE access: practical innovations, open solutions**, v.9, p.110558–110572, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3097962. Acesso em: 05 jun. 2024.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence**: a modern approach. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

YOON, Du-Mim; LEE, Joo-Seon; SEON, Hyun-Su; KIM, Jeong-Hyeon; KIM, Kyung-Joong. Optimization of Angry Birds AI controllers with distributed computing. In: CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND GAMES, 2015. **Anais Eletrônico...** Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2442680. Acesso em: 05 jun. 2024.

ZAFARI, Mostafa; BAZARGANI, Jalal Safari; SADEGHI-NIARAKI, Abolghasem; CHOI, Soo-Mi. Artificial intelligence applications in K-12 education: A systematic literature review. **IEEE access: practical innovations, open solutions**, v.10, p.61905–61921, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3179356. Acesso em: 05 jun. 2024.

Recebido: 30 setembro 2024.
Aprovado: 02 dezembro 2024.
DOI: http://dx.doi.org/10.3895/etr.v9n1.19666.
Como citar:
SILVA, Diego Gerônimo; FONTOURA, Victor Martins; BUENO, José Lucas Pedreira. Uma análise bibliométrica das produções científicas sobre educação e inteligência artificial. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 9, n. 1, p. 278-292, jan./abr. 2025. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/19666. Acesso em: XXX.
Correspondência:
Diego Gerônimo Silva
Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Centro Educacional. Rua Vigário Carlos, 100. Uberaba, Minas Gerais, Brasil.
Direito autoral:
Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.