

# Inteligência artificial generativa na educação: uma análise bibliométrica

ALINE BARBOSA XAVIER MUNIZ<sup>1</sup>

EDUARDO AMADEU DUTRA MORESI<sup>2</sup>

Universidade Católica de Brasília - Brasil

Recibido el 7-04-25; primera evaluación el 02-09-25;

aceptado el 14-11-25

## RESUMO

Este artigo analisa a aplicação da Inteligência Artificial Generativa (IAGen) na educação por meio de uma abordagem bibliométrica e qualitativa. A pesquisa identifica temas emergentes, destacando os impactos da IAGen em contextos educacionais. Foram utilizados dados da base Scopus analisados com os *softwares* VOSviewer, Gephi e Bibliometrix para explorar coocorrências de palavras-chave, temas motores e artigos mais citados. Os resultados foram organizados em três clusters principais: ChatGPT, Inteligência Artificial Generativa e Educação Tecnológica, incluindo questões de ética, integridade acadêmica e transformação digital. A análise revela que, embora a IAGen traga oportunidades como maior acessibilidade e eficiência educacional, há preocupações sobre viés, privacidade e erosão de habilidades críticas. Este estudo contribui para o entendimento das implicações da IAGen na educação, oferecendo perspectivas para a pesquisa e práticas futuras.

**Palavras-chave:** bibliometria, competência, educação, inteligência artificial generativa.

---

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Católica de Brasília (UCB). Pedagoga da Escola Superior de Defesa (ESD). Pesquisadora no Laboratório de Segurança, Desenvolvimento e Defesa (LAB/SDD). Pesquisadora na área de mapeamento de competências e inteligência artificial na educação. Correo electrónico: aline.muniz@u.ub.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2663-6938>

<sup>2</sup> Licenciado em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Militar de Engenharia (1989). Doutor em Ciência da Informação UNB (2001). Assessor técnico do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Coordena o Programa Apple Developer Academy na UCB. Tem experiência na área de Ciência da Informação atuando principalmente nos seguintes temas: bibliometria, cientometria, patentometria e IA Generativa para apoiar a pesquisa científica. Correo electrónico: moresi@p.ub.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6058-3883>



## **Inteligencia artificial generativa en la educación: un análisis bibliométrico**

### **RESUMEN**

Este artículo analiza la aplicación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en la educación mediante un enfoque bibliométrico y cualitativo. La investigación identifica temas emergentes y destaca los impactos de la IAGen en contextos educativos. Se utilizaron datos de la base Scopus, analizados con VOSviewer, Gephi y Bibliometrix para examinar coocurrencias de palabras clave, temas centrales y artículos más citados. Los resultados se agruparon en tres clústeres: ChatGPT, Inteligencia Artificial Generativa y Educación Tecnológica, abordando cuestiones de ética, integridad académica y transformación digital. El análisis muestra que, aunque la IAGen ofrece oportunidades como mayor accesibilidad y eficiencia, también genera preocupaciones sobre sesgos, privacidad y pérdida de habilidades críticas. Este estudio aporta al entendimiento de las implicaciones de la IAGen en la educación y brinda perspectivas para futuras investigaciones y prácticas.

**Palabras clave:** bibliometría, competencia, educación, inteligencia artificial generativa.

## **Generative artificial intelligence in education: a bibliometric analysis**

### **ABSTRACT**

This article explores the use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in education through a bibliometric and qualitative approach. The study identifies emerging themes and highlights GenAI's impact in educational contexts. Data from the Scopus database were analyzed using VOSviewer, Gephi, and Bibliometrix to examine keyword co-occurrences, driving themes, and highly cited articles. Findings were grouped into three main clusters: ChatGPT, Generative AI, and Technological Education, addressing issues such as ethics, academic integrity, and digital transformation. The analysis shows that while GenAI offers opportunities like improved accessibility and educational efficiency, it also raises concerns about bias, privacy, and the decline of critical thinking. This study contributes to understanding GenAI's implications for education, offering insights for future research and practice.

**Keywords:** bibliometrics, competence, education, generative artificial intelligence.

## 1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial generativa (IAGen) é uma temática de amplo espectro, refere-se a sistemas de inteligência artificial capazes de gerar novo conteúdo, como texto, imagens ou outras mídias, com base em padrões e estruturas aprendidos a partir de dados de treinamento (Tlili et al., 2023).

Nesta pesquisa, delimita-se o campo de estudo da IAGen aplicada à educação no ensino superior, pois ela possui um potencial de modificar a forma como a sociedade se relaciona com o conhecimento, por meio dos processos pedagógicos de ensino-aprendizagem com a utilização de tecnologias digitais (Rahman & Watanobe, 2023).

Neste diapasão, entende-se que uma análise bibliométrica de coocorrência de palavras, com vistas a realizar o levantamento dos principais *clusters* e os artigos de maior impacto sobre inteligência artificial generativa na educação e, concomitante, fundir com uma análise qualitativa do fenômeno, é imprescindível para compreender os avanços desta tecnologia recente no campo da educação.

Em síntese, as pesquisas revelam uma discussão multifacetada sobre a integração do ChatGPT, uma IA generativa avançada, em contextos educacionais (Dwivedi et al. 2023). Embora haja reconhecimento de seus benefícios potenciais de assistência educativa, personalização do ensino, pesquisa acadêmica e gestão na educação (Al-khresheh, 2024), há preocupações quanto à integridade acadêmica, privacidade, viés e impacto das habilidades de pensamento crítico e criativo.

Apesar de sua relevância emergente, faltam estudos que consolidem de maneira abrangente os impactos da IAGen na educação, sobretudo no ensino superior. Além disso, a ausência de consenso sobre estratégias para sua integração ética e eficaz aponta para lacunas no conhecimento. Este artigo visa preencher esse vazio ao combinar análise bibliométrica e qualitativa, buscando responder às seguintes questões de pesquisa: Questão principal: Quais são os principais temas, desafios e oportunidades na adoção da IAGen no ensino superior? Questões norteadoras: Como evoluiu a literatura sobre IAGen na educação? Como ensino, aprendizagem e avaliação são afetados? Quais competências são requeridas para adoção responsável? Quais lacunas orientam pesquisas futuras?

Frente à rapidez de difusão da IAGen e a heterogeneidade de abordagens no ensino superior, adotamos um desenho de mapeamento com técnicas bibliométricas combinado à análise temática de conteúdo. Esse arranjo é adequado para cartografar amplitudes, identificar lacunas e organizar temas sem restringir a investigação.

A bibliometria oferece estrutura e replicabilidade para revelar a organização do campo, enquanto a análise temática agrega interpretação dos significados educacionais, permitindo responder às questões específicas sobre evolução do campo, oportunidades e riscos, impactos em ensino, aprendizagem e avaliação, bem como competências e lacunas.

Os resultados oferecem fundamentos para refletir sobre a IA no ensino superior, pois orientam docentes na seleção de usos pedagógicos eficazes e no redesenho de avaliações autênticas, informam gestores sobre condições institucionais como diretrizes, proteção de dados, suporte e formação, todas alinhadas a recomendações internacionais, e, por fim, indicam a estudantes os limites e potencialidades para aprendizagem autorregulada e integridade acadêmica.

## **2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA EDUCAÇÃO: OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O CONHECIMENTO**

Para além da inteligência artificial no contexto da sociedade, educadores se viram bombardeados com o impacto dos modelos de linguagem natural, personificado na figura do ChatGPT, inserido no ambiente escolar, desencadeando um número crescente de publicações de pesquisas científicas para discutir o fenômeno.

A partir das pesquisas na base Scopus, um dos estudos chamou bastante atenção, pois apresentava a identificação e análise de quatro paradoxos da IAGen: paradoxo 1 - a IAGen é uma amiga, mas uma inimiga; paradoxo 2 - a IAGen é capaz, mas dependente; paradoxo 3 - a IAGen é acessível, mas restritiva; e paradoxo 4 - a IAGen torna-se ainda mais popular quando banida (Lim et al., 2023). A pesquisa concluiu que essa tecnologia possui um poder transformador e que a alternativa para compreender esses paradoxos é manter um diálogo aberto com alunos sobre os prós e contras da utilização, manter-se atualizado sobre os avanços e que os usuários, instituições educativas e governamentais estejam sempre vigilantes na gestão da utilização dessas ferramentas. A IAGen pode ser precursora para uma transformação na educação. Morin, (2005) afirma que, para uma educação ser transformadora, aqueles que a fazem precisam possuir uma visão planetária da educação, multifacetada e não linear.

Esse entendimento dialógico do conceito do pensamento complexo Morin, (2005), transpondo para a referida discussão, fortalece que, para refletir sobre a IAGen na educação, os contextos atuais da sociedade devem ser considerados e a dualidade da temática não pode ser negada, uma vez que se constitui como uma possibilidade de trabalho colaborativo entre humano e máquina (Newman, 2010).

O trabalho de Cooper (2023) indica que, por meio das interações com o ChatGPT, ele pôde identificar e analisar as respostas do chatbot sobre as metodologias educacionais ao ensino de ciências com base em teorias educacionais. Rudolph et al. (2023) indicaram que as ações devem afastar-se de policiamento e focar no alinhamento construtivo em uma relação de confiança entre aluno e professor.

Rahman e Watanobe (2023) ressaltaram os pontos positivos do uso do ChatGPT, também evidenciaram aspectos negativos, como um potencial preconceito, falta de bom senso e dificuldade de raciocínio complexo. Para entender esse processo, é oportuno utilizar metodologias que abrangem uma percepção global sobre as pesquisas em IAGen na educação para analisar os documentos e compreender como o fenômeno ocorre, suas implicações, as temáticas abordadas, tópicos emergentes e outros dados bibliométricos com análises qualitativas que fortalecem a discussão (Moresi & Pinho, 2021a).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho está organizada de acordo com a proposta de Moresi, Pinho e Costa (2022) que incluem as seguintes fases: 1) desenho da pesquisa; 2) coleta e compilação dos dados para análise bibliométrica; 3) refinamento da expressão de busca; 4) análise bibliométrica; 5) análise qualitativa; e 6) relato dos resultados da pesquisa. Cada fase foi desenvolvida de forma não linear, ou seja, em alguns momentos da pesquisa, alternava-se entre as etapas, a fim de confluir os resultados quantitativos e qualitativos do estudo.

As etapas descritas têm uma estrutura de análise quantitativa e qualitativa. O primeiro passo é o desenho da pesquisa, pois ela norteia as futuras decisões do pesquisador sobre o melhor caminho. As etapas 2, 3 e 4 são as pesquisas bibliométricas, que definem os metadados, momento este que pode ter diversos caminhos para o pesquisador alcançar os resultados esperados. Por fim, as etapas 5 e 6, que incluem a análise qualitativa e o relatório, ou seja, é a finalização da pesquisa e as implicações ou proposições futuras.

A análise de desempenho da pesquisa foi realizada utilizando o *software* Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017), permitindo a leitura dos metadados para a geração das redes bibliométricas. Os dados foram importados para a plataforma Gephi, onde foram analisados por meio de métricas que identificam a importância das palavras-chave no contexto dos dados exibidos. As principais palavras-chave identificadas foram: *ChatGPT*, *artificial intelligence*, *generative artificial intelligence*, *large language models*, *education*, entre outras.

### 3.1. Coleta e análise de dados

Para a coleta de dados, foi conduzida uma pesquisa na base Scopus e utilizada a expressão de busca: “*Generative Artificial Intelligence*” OR “*generative AI*” OR “*ChatGPT*” OR “*generative pre-trained transformer*” AND “*educat\**” - *Refine search* “*Competenc\**”.

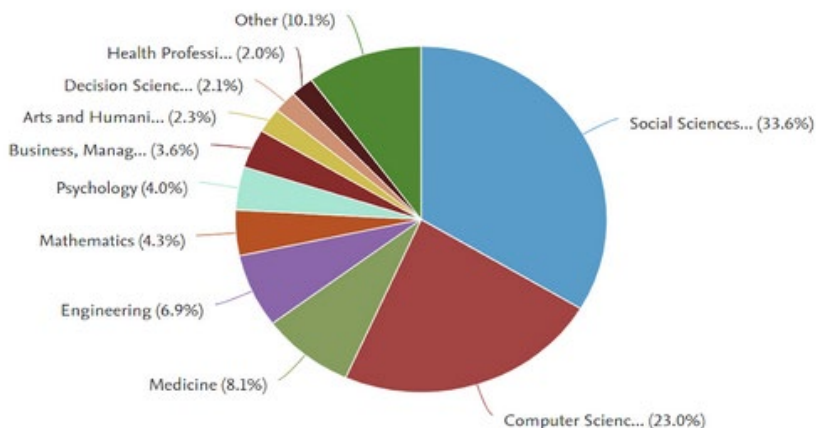
Optou-se por “ChatGPT” como descritor por razões técnicas de precisão e delimitação temporal: no intervalo analisado, o termo opera como epônimo do conjunto de sistemas de linguagem generativa amplamente adotados no ensino superior, maximizando precisão, ou seja, haverá a redução de ruído de termos polissêmicos como “IA”, “tecnologia educacional” ou “assistente virtual”, sem perder cobertura substantiva que é evidenciada pela coocorrência interna com sinônimos e termos próximos nos próprios registros incluídos, por exemplo *generative AI*, *LLM*, *GPT-4*.

Os resultados foram 806 referências que compreenderam o período de 2021 a 2024, delimitado aos tipos de documentos: *article*; *conference paper*; *review*. Em 2021 foram identificados apenas dois documentos do mesmo grupo de autores, um artigo apresentado em conferência e outro em revista científica (Ali et al. 2021) no ano de 2023 houve uma explosão com 503 artigos, o que permanece em crescimento, tendo em vista que no primeiro trimestre de 2024 foram identificados 289 documentos. Este dado corrobora para que futuramente possa haver um estudo da linha do tema da temática, de modo a entender os avanços das pesquisas, suas implicações na educação e os resultados dos estudos como norteadores para propostas de inovações e mudanças no ensino.

Quanto à discussão da temática por área de conhecimento, ciências sociais e ciências da computação são as que mais apresentam pesquisas científicas, isto pode ser explicado pelas expressões de refinamento realizadas na plataforma Scopus. Outras áreas que merecem destaque são: medicina, engenharia, matemática e psicologia, conforme Figura 1.

Após análise dos dados bibliométricos, identificaram-se, na base de dados da Scopus, os dez documentos mais citados. Para uma análise qualitativa dos dados, separamos os temas em três grandes áreas que podem delinear os estudos sobre a IA aplicada à educação: Oportunidades e desafios da IA; Implicações educacionais do ChatGPT; e, Ética e integridade acadêmica. A Tabela 1 apresenta os trabalhos mais citados classificados por tema.

**Figura 1.** Gráfico por área de conhecimento/Scopus



*Nota.* Análise da plataforma Scopus a partir de descritores.

**Tabela 1.** Trabalhos mais citados separados por tema

Tema	Autor	Citação
Oportunidades e Desafios da IA Generativa	(Dwivedi et al., 2023)	640
	(Rudolph et al., 2023)	274
Implicações Educacionais do ChatGPT	(Tlili et al., 2023)	283
	(Farrokhnia et al., 2023)	176
	(Cooper, 2023)	158
	(Rahman et al., 2023)	107
	(Halaweh, 2023)	99
Ética e Integridade Acadêmica	(Cotton et al., 2024)	230
	(Lim et al., 2023)	153
	(Perkins, 2023)	114

*Nota.* Autoria própria com base nos dados obtidos pela plataforma Scopus.

As três grandes áreas dos trabalhos mais citados sobre inteligência artificial generativa se intercambiam, pois no campo da educação a separação por blocos individualizados não favorece as discussões e corre o risco de analisar fenômenos de forma simplista e não articulada ao todo (Morin, 2005).

Dwivedi et al. (2023) apontaram três áreas de pesquisa importantes: conhecimento, transparência e ética; transformação digital de organizações e sociedades; ensino, aprendizagem, pesquisa acadêmica, Tlili et al. (2023) afirmaram que competências em IAGen são essenciais para evitar o banimento da IA nas escolas não sejam uma ação governamental.

Os benefícios educacionais do uso da IAGen como o auxílio na criação de material didático e questionários são temas de pesquisas acadêmicas atuais (Rudolph, 2023; Tlili et al. 2023; Rahman & Watanobe, 2023). A temática é considerada um *Hot Topic* e isto gera o engajamento em mídias sociais e sites especializados, o que colabora e permite acessibilidade aos alunos na discussão da temática (Cotton et al. 2024). A necessidade de organizar um Plano Educacional Futuro (Rahman & Watanobe, 2023) devido ao avanço da tecnologia em processamento de linguagem natural está relacionada ao uso maciço da ferramenta na educação. Halaweh, (2023) traz uma postura realista, pois é melhor que os docentes usem e aprendam sobre a ferramenta, já que os alunos usarão de qualquer maneira, e criem situações de aprendizagem para incluir a ferramenta como estratégia metodológica na sala de aula, o que suscitará discussão e potenciais melhorias na sua usabilidade, ou seja, tentar banir a tecnologia da IAGen na sala de aula está fadado ao fracasso.

## 4. RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

### 4.1. Rede de coocorrência de palavras-chave

A análise de coocorrência de palavras-chave busca identificar padrões de associação entre termos que aparecem juntos em publicações científicas. Esses termos podem ser extraídos dos títulos, resumos ou das palavras-chave atribuídas pelos próprios autores, quando dois ou mais termos são recorrentes em um mesmo conjunto de documentos, isso indica uma possível conexão temática entre eles (Van Eck & Waltman, 2010). O *software* VOSviewer permite mapear essas relações ao construir redes visuais onde a proximidade e o agrupamento dos termos refletem sua frequência de coocorrência, possibilitando uma compreensão profunda das estruturas conceituais presentes em um campo de estudo. Assim, a análise de coocorrência de palavras-chave foi gerada utilizando o *software* VOSviewer (Van Eck, Waltman, 2019).

Os metadados recuperados da pesquisa na base Scopus foram lidos e selecionada a opção de coocorrência de palavras-chave do autor. Destacado um mínimo de 3 ocorrências para cada palavra-chave, resultou em uma rede de coocorrência com 132 nós, 4 comunidades e 1061 arestas, que é apresentada na Figura 2.



A Tabela 2 apresenta os resultados para as 10 palavras-chave com valores mais elevados de centralidade de autovetor e de grau. Essa tabela destaca a importância relativa de palavras-chave como “*ChatGPT*”, “*Artificial Intelligence*” e “*Generative Artificial Intelligence*”. A palavra-chave “*ChatGPT*”, com o maior grau (276) e centralidade de autovetor (1), revela sua posição central e de alta conectividade no campo, indicando que ela atua como um ponto de convergência temática, isto pode ser explicado pela expressão de busca realizada na plataforma Scopus. Esse dado é consistente com o cluster vermelho do *VOSviewer*, que também identificou “*ChatGPT*” como um tema predominante com o maior número de links e ocorrências. O padrão se repete com palavras como “*Artificial Intelligence*” e “*Generative Artificial Intelligence*”, que apresentam altas centralidades e graus, confirmando sua relevância transversal em áreas como educação, tecnologia e ensino superior.

Tabela 2. *Palavras-chave com maior grau*

Palavra-chave	Grau	Centralidade de autovetor
chatgpt	276	1
artificial intelligence	233	0,929
generative artificial intelligence	159	0,664
large language models	114	0,585
education	118	0,582
chatbots	101	0,527
higher education	97	0,496
gpt	68	0,434
natural language processing (nlp)	59	0,384
machine-learning	55	0,371

Nota. Ghephi/autoria própria.

#### 4.2. Indicadores de desempenho

Para a análise de desempenho da pesquisa foi utilizado o *software* Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017) de maneira que os metadados foram lidos para gerar as redes bibliométricas e as etapas da pesquisa estão fundamentadas na abordagem da pesquisa bibliométrica com análise qualitativa de Moresi, Pinho e Costa (2021). A Tabela 3, gerada pelo Bibliometrix, apresenta os principais indicadores do corpus em análise.

**Tabela 3.** *Descrição das informações pelo Bibliometrix*

Descrição	Resultados
<b>Principais informações sobre os dados</b>	
Período (Intervalo de tempo)	2021:2024
Fontes (Revistas, livros, etc)	440
Documentos	806
Taxa de crescimento anual %	433,09
Idade média do documento	0,629
Média de citação por documento	6,738
Referências	33826
<b>Conteúdo dos documentos</b>	
Palavras-chave (ID)	2398
Palavras-chave do autor (DE)	2015
<b>Autores</b>	
Autores	2938
Documentos de único autor	135
<b>Colaboração entre autores</b>	
Documentos de único autor	141
Documentos por coautores	3,95
Coautorias internacionais %	24,44
<b>Tipos de documentos</b>	
Artigo	555
Artigo de conferência	195
Artigo de revisão	56

*Nota.* Dados da análise bibliométrica de documentos da base Scopus, através da ferramenta do Bibliometrix.

A análise revela um panorama dinâmico na produção científica no período de 2021 a 2024, isto se confirma tendo em vista que a temática da inteligência artificial generativa está relacionada à popularização do seu uso em 2022 com o ChatGPT. Assim, com um total de 806 documentos distribuídos entre 440 fontes, observa-se uma ampla diversidade de publicações, indicando que o tema tem gerado interesse em múltiplos veículos de disseminação do conhecimento, pois a IAGen pode estar integrada a áreas da educação, tecnologia, ciência e outras. A taxa de crescimento anual de 433,09% reflete um aumento expressivo na produção científica recente, sugerindo que o campo de estudo

abordado está em fase de desenvolvimento, impulsionado por descobertas que são absorvidas pela sociedade.

A idade média dos documentos é de 0,629 anos, o que indica que as publicações são, em sua maioria, muito recentes, até porque o recorte temporal é de apenas 3 anos. Esse dado, aliado ao fato de haver uma média de 6,738 citações por documento, sugere uma alta taxa de impacto inicial dos trabalhos publicados. Em relação aos autores, a presença de 2938 pesquisadores envolvidos e a média de 3,95 coautores por documento apontam para um alto grau de colaboração, evidenciado também pelos 24,44% de coautorias internacionais.

Essa colaboração internacional sugere que o tema é relevante para uma comunidade científica global e que existe uma troca de conhecimento entre pesquisadores de diferentes países. É sempre válido ressaltar que os dados são referentes a artigos indexados em plataformas que aceitam trabalhos na língua inglesa, excluindo-se dados de produções acadêmicas não indexadas nessas plataformas. No âmbito deste estudo, tal configuração implica reconhecer uma lacuna de cobertura linguística: ao trabalhar com um corpus cuja indexação privilegia publicações em inglês, aumenta-se o risco de viés linguístico e de sub-representação de terminologias, experiências locais e evidências reportadas em outras línguas.

Esse efeito é observável na própria composição temática do material analisado, em que as palavras-chave mais frequentes e os tópicos emergentes aparecem em inglês, por exemplo, *Artificial intelligence*, *Generative artificial intelligence*, *Learning outcome* e *Academic integrity* (Tabela 4). Além disso, a centralidade de “ChatGPT” na rede (maior grau e autovetor na Tabela 2) e sua posição como tema predominante no cluster vermelho refletem, em parte, o recorte de indexação e linguagem adotado.

Trata-se, portanto, de uma limitação de generalização: as inferências aqui discutidas devem ser entendidas como válidas para o subconjunto Scopus-inglês mapeado, não como um censo de toda a produção internacional sobre IAGen em educação. À luz dessa restrição metodológica, recomenda-se, como desdobramento em trabalhos futuros, a ampliação do corpus com procedimentos de busca multilíngues e a inclusão de bases de maior capilaridade regional, a fim de testar a estabilidade dos padrões temáticos identificados e mitigar o efeito de sub-representação linguística evidenciado pelo próprio conjunto de palavras-chave e pela rede de coocorrência.

Quanto ao aspecto relativo à multidisciplinaridade do tema, reflete o baixo número de documentos de um único autor (135). Quanto aos tipos de documentos, a predominância de artigos (555) em comparação aos artigos de conferência (195) e artigos de revisão (56) sugere que o campo de estudo está

orientado para o desenvolvimento de pesquisas empíricas e estudos originais, característica principal dos artigos.

### 4.3. Nuvem de palavras-chave dos autores

Os dados apresentados pelo Bibliometrix podem direcionar a necessidade de novas pesquisas, apresentar tópicos emergentes, os pontos focais dentro de um campo disciplinar, além de orientar novas pesquisas sobre o tema (Moresi, Pinho & Costa, 2021). Para que a análise seja fidedigna aos dados, é importante a realização de uma verificação das palavras-chave, para realizar o controle do vocabulário.

De posse das palavras-chave que são importantes, o pesquisador utiliza-se da nuvem de palavras para representar seus dados. A representação da Figura 3 é a expressão em palavras e tamanhos que se relacionam ao nível de importância. Em virtude da pesquisa, a palavra ChatGPT foi a de maior frequência, seguida de *artificial intelligence*, *Generative Artificial Intelligence*, *large language model*. Delimita-se nesta pesquisa o período de 2023/2024, com um número de 200 palavras.

Figura 3. Nuvem de palavras



*Nota.* Análise bibliométrica na formatação de nuvem de palavras, por meio da ferramenta do Bibliometrix

#### 4.4. Tópicos

Seguindo a abordagem dos autores Moresi e Pinho (2021b) para a identificação de tópicos emergentes utilizando a plataforma do Bibliometrix, pode-se compreender as tendências de pesquisa e o direcionamento dos estudos em determinada área do conhecimento.

A tabela 4 apresenta os dados construídos por meio do uso do Bibliometrix no período de julho de 2024. É importante ressaltar o período da execução da análise, pois as frequências mudam de acordo com a inserção de documentos na plataforma Scopus.

Tabela 4. *Tendências de pesquisa*

Item	Freq	Year_q1	Year_med	Year_q3
Artificial intelligence	832	2023	2023	2024
Generative artificial intelligence	697	2023	2023	2024
Large language model	323	2023	2023	2024
Critical thinking	126	2023	2023	2024
Generative pre-trained transformer	108	2023	2023	2024
Chatbot	106	2023	2023	2024
Learning outcome	86	2023	2023	2024
Academic integrity	71	2023	2023	2024
Natural language	70	2023	2023	2024
Future research	63	2023	2023	2024

*Nota.* Análise bibliométrica de tendência de pesquisa na ferramenta Bibliometrix.

Esta tabela apresenta as tendências de pesquisa, ou seja, mostra quais palavras-chave aparecem com mais frequência nos resumos (abstracts) dos artigos científicos disponíveis na base Scopus e analisados pelo Bibliometrix. O Item: é a palavra-chave identificada (por exemplo, *Artificial intelligence*); Freq: é a frequência, ou seja, quantas vezes aquela palavra foi encontrada nos textos analisados, isso mostra a força e popularidade daquele tema; Year\_q1 (ano inicial): quando essa palavra começou a aparecer com mais força nos artigos; Year\_med (ano mediano) o ponto médio, quando a maioria das citações ocorreu; Year\_q3 (ano final) o período mais recente em que essa palavra ainda está aparecendo. Este ano final é justamente o período delimitado pela pesquisa.

As palavras mais frequentes, como *Artificial intelligence* (832 ocorrências) e *Generative artificial intelligence* (697) são os termos mais fortes, isto porque

essa tecnologia explodiu em popularidade a partir de 2023 com o avanço de ferramentas como o ChatGPT. Quase todas as palavras da lista têm início, média e final no mesmo período, 2023-2024, o que configura um fenômeno recente, de forma que o grande volume de publicações sobre IA generativa se concentrou nesse curto espaço de tempo.

O motivo é notório, o lançamento público de modelos de linguagem avançados como GPT-3.5 e GPT-4 em 2022/2023, que desencadeou uma corrida acadêmica para entender os impactos dessa tecnologia em diferentes áreas. Termos como *critical thinking* (126), *learning outcome* (86) e *academic integrity* (71) mostram que os pesquisadores estão interessados em entender como a tecnologia afeta a educação e a ética acadêmica.

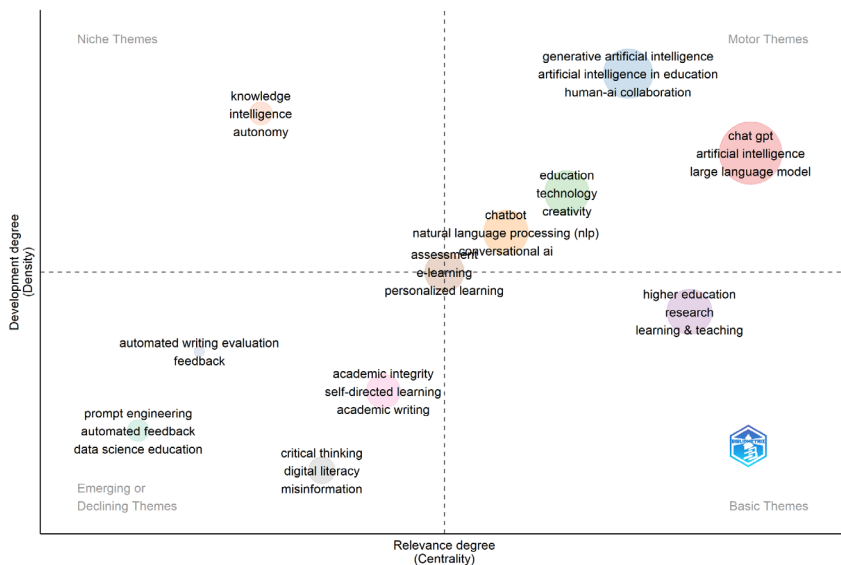
Esses dados refletem uma mudança abrupta no cenário científico a partir de 2023, dentro deste tema: 1. O acesso público a ferramentas de IA generativa desencadeou um boom de publicações em várias áreas (educação, ética, linguística, ciência da computação); 2. A pressa em compreender a novidade fez com que em pouco tempo surgisse um volume imenso de artigos que repetem palavras semelhantes; 3. Como a análise foi feita em julho de 2024, o intervalo é curto (2023-2024). Isso explica por que todos os termos se concentram no mesmo período; 4. Se a mesma análise for refeita em 2025 ou 2026, provavelmente veremos uma diversificação das palavras-chave, com novas áreas aplicadas à IA, tais como: medicina, direito, defesa e artes.

#### **4.5. Estrutura Conceitual – mapa temático**

A estrutura conceitual é um conjunto de conexões que busca a interligação da estrutura conceitual, intelectual e social, para então, por meio do mapeamento científico, apresentar aos pesquisadores as descobertas mais importantes dentro do campo de estudo, direcionar pesquisas e, utilizando métricas, estabelecer um panorama amplo sobre o conhecimento específico pesquisado.

Com a busca pela plataforma Scopus, apresenta-se a imagem do mapa temático de forma que estabelece a relação entre densidade/centralidade. A centralidade indica a importância do tema em todo o campo de pesquisa; a densidade indica o desenvolvimento do tema (Moresi, Pinho & Costa 2021). A análise do mapa temático gerado pelo Bibliometrix revela uma visão sobre as inter-relações dos temas de pesquisa, incluindo inteligência artificial e educação, apresentado por meio de quadrantes apresentado na figura 4.

Figura 4. Densidade e centralidade dos temas de pesquisa



Nota. Análise bibliométrica de estrutura conceitual na ferramenta Bibliometrix.

No quadrante superior esquerdo, identificado como temas “altamente desenvolvidos e isolados”, destacam-se conceitos como conhecimento, inteligência e autonomia. Esses tópicos, embora explorados, possuem menor impacto transversal, refletindo esforços acadêmicos voltados ao aprofundamento de bases teóricas e ao desenvolvimento de abordagens específicas.

No quadrante superior direito, onde residem os temas motores, encontram-se clusters que direcionam as agendas de pesquisas. Um primeiro cluster abrange a inteligência artificial generativa, sua aplicação na educação e a colaboração humano-máquina, apontando para o potencial transformador da IA no ensino personalizado e na ampliação de experiências pedagógicas interativas. Outro cluster relacionado inclui temas como ChatGPT, inteligência artificial e LLMs (*Large Language Models*), evidenciando a emergência de tecnologias de linguagem como ferramentas fundamentais para melhorar o acesso e a qualidade do ensino.

Um terceiro, menor, destaca a educação, tecnologia e criatividade, reforçando a necessidade de integrar abordagens tecnológicas ao estímulo do pensamento criativo. Esses tópicos são centrais para o desenvolvimento de soluções educacionais inovadoras e políticas que incentivem a literacia digital e o uso ético da tecnologia no ambiente acadêmico.

No centro do mapa, emergem conceitos como NLP (Processamento de Linguagem Natural), avaliação, e-learning e ensino personalizado, mostrando o crescente foco na adaptação dos sistemas educacionais às necessidades individuais dos aprendizes. No quadrante inferior esquerdo, encontram-se temas que podem ser emergentes ou em declínio, como integridade acadêmica, autoaprendizado, engenharia de prompt, *critical thinking e digital literacy*. Esses tópicos, embora menos centrais, refletem preocupações com o impacto ético e social da IA no desenvolvimento de competências críticas e na formação de cidadãos digitais.

Por fim, os temas “básicos e transversais”, localizados no quadrante inferior direito, como educação superior, pesquisa e ensino-aprendizagem, destacam o alicerce do campo. Esses tópicos são a base para novas investigações e conectam áreas emergentes ao núcleo do conhecimento acadêmico.

#### 4.6. Abordagem qualitativa na análise de clusters

A pesquisa inicial na plataforma Scopus identificou 806 artigos relevantes, aos quais foram trabalhados, mas para uma análise qualitativa dos dados o refinamento é um passo importante, para fornecer um conjunto congruente de artigos para identificar descobertas na área estudada, além de ideias conflitantes e contraintuitivas para pesquisas futuras no campo (Mukherjee et al. 2022).

A análise qualitativa é a penúltima etapa da análise bibliométrica de Moresi, Pinho e Costa (2022) direcionada para o entendimento qualitativo dos metadados. Na análise qualitativa foram selecionados três clusters: *Generative Artificial Intelligence; ChatGPT; Educational Technology*. Para cada cluster foram selecionados os arquivos com maior grau, respectivamente, na quantidade de: 12, 21, e 06.

Os temas - oportunidades e desafios da IAGen implicações educacionais; e ética e integridade acadêmica - ora utilizados para organizar os artigos mais citados de acordo com a plataforma Scopus, foram usados para direcionar as pesquisas em inteligência artificial generativa na educação. Assim, a Tabela 5 representa o refinamento das pesquisas por cluster dentro dos três temas.

Tabela 5. Quantidade de artigos por cluster e tema

Tema	Inteligência Artificial generativa	ChatGPT	Tecnologia Educacional
Oportunidades e Desafios da IAGen	6	7	2
Implicações Educacionais do chatGPT	4	9	3
Ética e Integridade Acadêmica	2	3	1

A análise qualitativa dos artigos do primeiro cluster, inteligência artificial generativa, revela uma diversidade de investigações focadas na aplicação e implicações da inteligência artificial generativa (IAGen) no campo educacional, abrangendo tanto os benefícios quanto os desafios emergentes, desta forma, apresentam-se os principais resultados e suas relações com a temática da IAGen.

No contexto da colaboração humano-IAGen, Liu et al. (2024) pesquisaram como a ferramenta pode aprimorar o design instrucional, utilizando análises sequenciais e de rede epistêmica, para revelar os processos de colaboração entre humanos e IA. Esse estudo demonstra que a ferramenta pode melhorar a qualidade do design instrucional dos estudantes, incentivando uma abordagem estruturada e colaborativa. Por outro lado, Niu e Xue (2023) examinaram a geração de exercícios personalizados baseados no modelo de Rasch, que é probabilístico e identifica a habilidade do respondente e a dificuldade das questões, sendo utilizados em combinação com a IAGen por meio de bancos de questões existentes para suportar o ensino personalizado. Os resultados indicaram que, embora a ferramenta gere exercícios de dificuldade similar, ainda há espaço para melhorar a precisão e a variedade do conteúdo gerado.

Alguns artigos discutiram implicações éticas. Yu et al. (2023) identificaram quatro questões principais no uso da ferramenta na educação: opacidade, privacidade de dados, individualização e justiça, e eficácia e confiabilidade. Esses desafios são essenciais para garantir a adoção ética e responsável da tecnologia, tema também abordado por Relmasira et al. (2023). Yan et al. (2024) focaram no desenvolvimento da literacia em IA nas disciplinas de STEAM, para estudantes do ensino fundamental, usando princípios de aprendizado construtivista e transformador. A educação STEAM proporciona uma visão mais ampla dos problemas com vista a soluções criativas para a sociedade associando inovação, tecnologia e pensamento crítico (Juškevičienė et al. 2021).

Os resultados revelaram que a alfabetização em IA é importante para preparar os alunos para os impactos positivos e minimizar os negativos da tecnologia em sua educação. Por fim, esses estudos reforçaram a necessidade de abordar as questões éticas e educacionais associadas ao uso da IAGen de forma holística e integrada.

O segundo cluster, ChatGPT, abrange o maior número de artigos, totalizando 21 documentos selecionados após o refinamento da pesquisa. Os textos destacaram a capacidade dos modelos de linguagem em automatizar tarefas educativas, como geração de conteúdo, feedback e avaliação, conforme discutido por Yan et al. (2024).

Khlaif et al. (2023) e Leong et al. (2023) exploraram o uso de modelos de linguagem, como o ChatGPT, em pesquisas científicas e educação. Eles destacaram a qualidade do conteúdo gerado e sua aplicabilidade em contextos de alta demanda intelectual. A crítica incluiu preocupações sobre a integridade da pesquisa e a necessidade de metodologias contundentes para garantir a validade dos achados. Remoto (2024) e McAlister et al. (2024) atribuíram ao ChatGPT grandes possibilidades na área da educação matemática e no marketing, respectivamente. Remoto (2024) mostrou que esses modelos são úteis para resolver problemas complexos, embora com erros ocasionais.

Cooper (2023) abordou o impacto potencial do ChatGPT na educação científica, enfatizando a necessidade de uso responsável e crítico da tecnologia. O estudo destacou preocupações éticas, como o impacto ambiental e a moderação de conteúdo, e propôs que os educadores modelem um uso responsável do ChatGPT, incentivando o pensamento crítico e a avaliação rigorosa dos recursos gerados pela IA.

O terceiro cluster, tecnologia educacional, abrangeu menos artigos e destacou a necessidade de aprofundamento das pesquisas na área, além de evidenciar o papel emergente da IAGen a exemplo do ChatGPT, na transformação da educação.

Percebe-se que há uma concordância geral sobre o papel assistivo do ChatGPT para professores e alunos, e, até mesmo o uso do ChatGPT como um professor substituto (Ghazali, 2024). A pesquisa utilizou a taxonomia de Bloom e revelou que, embora o ChatGPT tenha mostrado eficácia em áreas como a recordação de conhecimento e habilidades de raciocínio, ele enfrenta desafios em termos de engajamento e conclusão de tarefas pelos alunos. O estudo destaca a importância de equilibrar ferramentas de IA com métodos tradicionais de ensino, sugerindo que a integração de ChatGPT pode ser benéfica, mas deve ser complementada por abordagens pedagógicas convencionais. De forma similar, Pham et al. (2023) detalharam como o ChatGPT pode auxiliar na aprendizagem de engenharia, destacando a necessidade de orientação adequada para maximizar sua eficácia.

Fialho et al. (2024) e Castillo-Segura et al. (2023) destacaram a eficiência do ChatGPT em processos específicos. Fialho et al. (2024) focaram na criação de micronarrativas para a formação de professores, enquanto Castillo-Segura et al. (2023), trataram da aceleração de revisões sistemáticas de literatura, mostrando a capacidade do ChatGPT de classificar artigos relevantes de forma eficaz. Outro ponto em destaque foi a imprecisão, texto tendencioso e limitações do ChatGPT na criação das micronarrativas, entretanto, o autor sugere que novos modelos da ferramenta como o ChatGPT 4.0 possuem maior

poder computacional que permitirá lidar com tarefas e padrões de linguagem mais complexos (Fialho et al. 2024).

As pesquisas demonstram que a IAGen possui um impacto transformador na educação, desde a assistência no ensino até a facilitação de pesquisas e fortalecem a necessidade de abordagens assertivas e bem orientadas para maximizar os benefícios da IA.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O recorte bibliométrico está ancorado na Scopus e na extração realizada em julho/2024, com a própria análise reconhecendo que as frequências variam conforme novas indexações, isso significa que os indicadores de volume, redes e tendências são sensíveis ao momento da coleta e ao ecossistema de indexação dessa base, que privilegia determinados periódicos e formatos de publicação.

Essa delimitação foi adotada por razões de replicabilidade técnica, ou seja, com compatibilidade entre Bibliometrix/VOSviewer e padronização de metadados, mas implica reconhecer que os mapas de coocorrência e o mapa temático refletem a estrutura tal como capturada pela Scopus naquele corte temporal, podendo diferir de outros repositórios e de rodadas futuras de atualização. Por isso, explicitamos que a leitura dos resultados está concentrada no lastro temporal de 2023-2024, assim, os clusters devem ser interpretados como uma fotografia metodológica do campo, não como censo de toda a produção sobre o tema.

A partir destas considerações, infere-se que a IAGen, representada por ferramentas como o ChatGPT, está emergindo como uma tecnologia transformadora na educação, com implicações que vão além da geração de conteúdos e desafiam práticas pedagógicas, éticas e a formação de competências para o século XXI. Um estudo que utilizou uma abordagem bibliométrica e qualitativa analisou o impacto da IAGen no ensino superior, mapeando tendências e desafios por meio de dados da base Scopus e ferramentas como VOSviewer e Gephi. A análise revelou um crescimento exponencial de publicações sobre o tema a partir de 2021, identificando três clusters principais: ChatGPT, Inteligência Artificial Generativa e Educação Tecnológica, que abordam questões como transformação digital, ética e o impacto da IAGen na aprendizagem.

O cluster ChatGPT destaca o uso de modelos de linguagem como ferramentas assistivas no ensino, facilitando tarefas como geração de materiais didáticos, personalização do ensino e suporte à pesquisa. Apesar disso, questões éticas, como privacidade, vies algorítmico e o impacto potencial

no pensamento crítico, geram preocupações. O cluster Inteligência Artificial Generativa aborda aplicações mais amplas da tecnologia em ambientes educacionais, ressaltando a importância de desenvolver literacias digitais e competências críticas em alunos e professores para aproveitar os benefícios da IAGen. Já o cluster Educação Tecnológica foca na transformação metodológica proporcionada pela IAGen, incluindo a otimização de recursos e a democratização do acesso ao conhecimento, embora desafios como o alinhamento curricular e o engajamento dos estudantes persistam.

Comparando com o estado da arte, o estudo reforça o potencial da IAGen para personalizar a aprendizagem, mas aponta desafios éticos e operacionais. Paradoxos associados à adoção da tecnologia, como acessibilidade versus exclusão tecnológica e o aumento da popularidade mesmo diante de restrições, são destacados em estudos recentes. Entre os desafios mais evidentes estão questões relacionadas à privacidade, ética no uso de dados pessoais, integridade acadêmica frente ao risco de plágio e o impacto no desenvolvimento de habilidades críticas.

Para tanto, cabe ressaltar a necessidade premente por capacitação de professores, estudantes e toda a comunidade acadêmica e desta forma, apresenta-se um quadro de potencial estruturação de trilhas de aprendizagem, conforme apresenta a tabela 6. Essas trilhas podem compor a formação continuada dos professores, ações multidisciplinares para os alunos de forma transversal, durante as disciplinas e constituir como caminhos, interligando saberes.

**Tabela 6.** *Trilhas de aprendizagem em IAGen*

Etapa	Objetivo	Ações recomendadas
1. Desenvolvimento do pensamento crítico	Introduzir o conceito e os paradoxos da IAGen na educação.	- Discussão crítica de casos de uso reais.
	Promover literacia digital e ética no uso da IAGen.	- Exercícios de comparação entre respostas da IA e fontes científicas.
	Garantir que a IA não substitua o raciocínio humano.	Produções acadêmicas com justificativa e reflexão comparativa.
2. Gestão institucional responsável	Reduzir carga de trabalho repetitiva e introduzir a IAGen como ferramenta auxiliar.	-Criação de roteiros de aula e questões para debate.
	Estabelecer políticas claras e éticas para o uso da IAGen.	- Definição de protocolos de integridade acadêmica.

Etapa	Objetivo	Ações recomendadas
3. Metodologias colaborativas	Explorar potencial da IAGen no suporte individualizado.	- Feedback automatizado inicial para estudantes.
	Transformar a IAGen em parceira de aprendizagem.	- Uso do ChatGPT como interlocutor em simulações e debates.
	Fortalecer competências digitais e pedagógicas docentes.	- Espaços de troca de experiências entre pares.
	Acompanhar impactos e ajustar práticas.	- Relatórios institucionais para ajustes de políticas.

Nesse sentido, a IAGen representa tanto uma ferramenta poderosa quanto um desafio no ensino superior. O equilíbrio entre inovação e ética será essencial para consolidar essa tecnologia como uma aliada no campo educacional. O estudo oferece um panorama detalhado sobre os impactos da IAGen, fomentando discussões que devem orientar futuras investigações e práticas pedagógicas, com vistas a maximizar os benefícios e mitigar os riscos associados à sua aplicação.

## 6. CONCLUSÃO

O estudo revelou que a Inteligência Artificial Generativa (IAGen), representada por tecnologias como o ChatGPT, está transformando o cenário educacional no ensino superior. A análise bibliométrica destacou um crescimento exponencial de pesquisas desde 2021, com três clusters principais: ChatGPT, Inteligência Artificial Generativa e Educação Tecnológica. Esses resultados evidenciam os benefícios potenciais da IAGen, incluindo a personalização do aprendizado, geração de conteúdos e suporte docente, ao mesmo tempo em que expõem desafios éticos e metodológicos.

Os achados reforçam a dualidade da IAGen: enquanto ela promove a eficiência e acessibilidade no ensino, também levanta preocupações sobre privacidade, integridade acadêmica e o impacto no desenvolvimento de habilidades críticas. Essa ambiguidade exige uma abordagem balanceada, que combine inovação tecnológica com estratégias éticas e pedagógicas consistentes.

As perspectivas para pesquisas futuras relacionadas à IAGen no campo educacional apontam para várias áreas prioritárias de investigação. É essencial explorar estratégias práticas para a integração ética da IAGen em diferentes níveis educacionais, considerando as especificidades de contextos variados,

desde a educação básica até o ensino superior. Além disso, estudos longitudinais são necessários para avaliar o impacto da IAGen no desenvolvimento de competências críticas, como pensamento analítico, resolução de problemas e criatividade, ao longo do tempo.

Outro foco importante é o desenvolvimento de métodos para aprimorar a confiabilidade dos sistemas de IAGen e reduzir os vieses algorítmicos, garantindo que a tecnologia seja inclusiva e imparcial. As abordagens interdisciplinares devem ser investigadas para promover a literacia digital e ética entre usuários, capacitando educadores e estudantes a compreenderem e utilizarem essas ferramentas de forma responsável e eficiente. Essas direções de pesquisa podem contribuir para maximizar os benefícios da IAGen enquanto minimizam seus desafios, fortalecendo seu papel na transformação do ensino.

Conclui-se que a IAGen é uma ferramenta transformadora, mas sua aplicação no ensino depende de um esforço coletivo para alinhar inovação tecnológica às necessidades humanas e educacionais.

Recomendações pedagógicas:

- Avaliação: privilegiar tarefas processuais e autorais, ou seja, com portfólios rastreáveis de processo com declaração explícita de uso de IAGen e critérios nas rubricas para distinguir planejamento, supervisão e revisão humana.
- Didática: incorporar atividades guiadas de uso responsável de modelos generativos, como por exemplo, análise crítica de saídas, comparação de versões, checagem de fontes, todas alinhadas à evidência de que banimentos são ineficazes e que integrar a ferramenta em situações de aprendizagem favorece uma aprendizagem contextualizada.
- Gestão/Política: elaborar diretrizes internas sobre transparência de uso, proteção de dados e suporte formativo coerentes com os temas motores identificados. Ofertar capacitação docente/discente com objetivos de aprendizagem continuada e transversal.

Essas recomendações decorrem dos padrões temáticos e da centralidade observados nas redes e no mapa temático, além de achados discutidos na literatura analisada. Desta forma, o artigo atingiu seus objetivos em apresentar por meio de análise qualitativa de dados bibliométricos os desafios do uso desta tecnologia emergente no âmbito educacional, corroborando para a centralidade do humano no processo.

## REFERÊNCIAS

- Ali, S., DiPaola, D., Lee, I., Hong, J., & Breazeal, C. (2021). Exploring generative models with middle school students. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 678, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445226>
- Al-khresheh, M. H. (2024). Bridging technology and pedagogy from a global lens: Teachers' perspectives on integrating chatgpt in English language teaching. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100218>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Castillo-Segura, P., Alario-Hoyos, C., Kloos, C. D., & Fernández Panadero, C. (2023). Leveraging the potencial of generative ai to accelerate systematic literature reviews: an example in the area of educational technology. *2023 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC59520.2023.10344098>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in chatgpt: an exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: ensuring academic integrity in the era of chatgpt. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(2), 228-239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Dwivedi, Y. K et al. (2023). "So what if chatgpt wrote it?" multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational ai for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of chatgpt: implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- Fialho, L. M. F., Neves, V. N. S., & Nascimento, K. A. S. (2024). Microcreativity with chat generative pre-trained transformer: learnings in virtual space. *Journal of Technology and Science Education*, 14(1), 95-108. <https://doi.org/10.3926/jotse.2338>

- Ghazali, S. Al. (2024). Exploring the potential of chatgpt as a substitute teacher: a case study. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(2), 271-278. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.2.2048>
- Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology*, 15(2). <https://doi.org/10.30935/cedtech/13036>
- Juškevičienė, A., Dagienė, V., & Dolgopolas, V. (2021). Integrated activities in STEM environment: methodology and implementation practice. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 209-228. <https://doi.org/10.1002/cae.22324>
- Khlaf, Z. N., Mousa, A., Hattab, M. K., Itmazi, J., Hassan, A. A., Sanmugam, M., & Ayyoub, A. (2023). The potential and concerns of using ai in scientific research: chatgpt performance evaluation. *JMIR Medical Education*, 9(1). <https://doi.org/10.2196/47049>
- Leong, K., Sung, A., & Jones, L. (2023). Core technology behind and beyond chatgpt. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 20, 1-21. <https://doi.org/10.46661/ijeri.8449>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *International Journal of Management Education*, 21(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Liu, J., Li, S., & Dong, Q. (2024). Collaboration with generative artificial intelligence: an exploratory study based on learning analytics. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/07356331241242441>
- McAlister, A. R., Alhabash, S., & Yang, J. (2024). Artificial intelligence and chatgpt: exploring current and potential future roles in marketing education. *Journal of Marketing Communications*, 30(2), 166-187. Routledge. <https://doi.org/10.1080/13527266.2023.2289034>
- Moresi, E. A. D., & Pinho, I. (2021a). How to identify the emerging topics of a research topic? *New Trends in Qualitative Research*, 9, 46-55. <https://doi.org/10.36367/ntqr.9.2021.46-55>
- Moresi, E. A. D., & Pinho, I. (2021b). Proposta de abordagem para refinamento de pesquisa bibliográfica. *Investigação Qualitativa em Ciências Sociais: Avanços e Desafios* (9), 11-20. <https://doi.org/10.36367/ntqr.9.2021.11-20>
- Moresi, E. A. D., Pinho, I., & Costa, A. P. (2021). Bibliometric analysis: a quantitative and qualitative approach. *18th CONTECSI – International Conference on Information Systems and Technology Management*. São Paulo, Brasil: TECSI. <https://doi.org/10.5748/18CONTECSI/PSE/LIS/6736>

- Moresi, E. A. D., Pinho, I., & Costa, A. P. (2022). How to operate literature review through qualitative and quantitative analysis integration? *WCQR* 2022, 194-210, LNNS. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-04680-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04680-3_13)
- Morin, E. (2005). *Introdução ao pensamento complexo* (1ª ed.). Sulinas.
- Mukherjee, D., Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2022). Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research. *Journal of Business Research*, 148, 101-115. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.04.042>
- Newman, M. (2010). *Networks*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>
- Niu, Y., & Xue, H. (2023). Exercise generation and student cognitive ability research based on chatgpt and rasch model. *IEEE Access*, 11, 116695-116705. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3325741>
- Perkins, M. (2023). Academic integrity considerations of AI large language models in the post-pandemic era: chatgpt and beyond. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(2). <https://doi.org/10.53761/1.20.02.07>
- Pham, T., Nguyen, T. B., Ha, S., & Nguyen Ngoc, N. T. (2023). Digital transformation in engineering education: exploring the potential of AI-assisted learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(5), 1-19. <https://doi.org/10.14742/ajet.8825>
- Rahman, Md. M., & Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for education and research: opportunities, threats, and strategies. *Applied Sciences*, 13(9), 5783. <https://doi.org/10.3390/app13095783>
- Relmasira, S. C., Lai, Y. C., & Donaldson, J. P. (2023). Fostering AI literacy in elementary science, technology, engineering, art, and mathematics (STEAM) education in the age of generative AI. *Sustainability (Switzerland)*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813595>
- Remoto, J. P. (2024). ChatGPT and other AIs: personal relief and limitations among mathematics-oriented learners. *Environment and Social Psychology*, 9(1). <https://doi.org/10.54517/esp.v9i1.1911>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). Chatgpt: bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 342-363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: chatgpt as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>

- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2019). VOSviewer Manual. University of Leiden. [https://www.vosviewer.com/documentation/Manual\\_VOSviewer\\_1.6.13.pdf](https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.13.pdf)
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2024). Practical and ethical challenges of large language models in education: a systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 90-112. <https://doi.org/10.1111/bjet.13370>
- Yu, H., Liu, Z., & Guo, Y. (2023). Application status, problems and future prospects of generative AI in education. *2023 5th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/CSTE59648.2023.00065>

**Roles de autor:** Muniz, A. B. X.: Conceitualização, metodologia, Redação-Rascunho original. Moresi, E. A. D.: Conceitualização, Visualização, Redação – revisão e edição.

**Cómo citar este artículo:** Muniz, A. B. X., & Moresi, E. A. D. (2026). Inteligência artificial generativa na educação: uma análise bibliométrica. *Educación*, XXXV(68), 172-198. <https://doi.org/10.18800/educacion.202601.A008>

**Primera publicación:** 22 de enero de 2026.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.