RGe ISSN: 2177-3246

O USO E A PERCEPÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO SUPERIOR: UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO NO CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

THE USE AND PERCEPTION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: A CONTENT ANALYSIS IN THE SOFTWARE ENGINEERING COURSE

EL USO Y LA PERCEPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UN ANÁLISIS DE CONTENIDO EN UN CURSO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

10.56238/revgeov17n4-129

Valdemiro Dielle Dias Junior
Graduando em Engenharia de Software
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: dielejr@gmail.com

Jaqueline Luciana Dielle Teixeira
Graduanda em Engenharia de Software
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: jaquedielle@gmail.com

Altemar Sales de Oliveira
Orientador
Doutor em Sistemas de Computação
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: altemar.oliveira@univassouras.edu.br

Rosa Amelita Sá Menezes da Motta
Doutora em Ciência da Computação
Instituição: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
E-mail: rasmmelnegocios@gmail.com

João Batista Lopes Coelho Junior
Doutor em Ensino em Biociências e Saúde
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: joao.coelho@univassouras.edu.br

Gioliano Barbosa Bertoni
Especialista em Inteligência Artificial / Graduando
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: gioliano.bertoni@univassouras.edu.br

RGe
ISSN: 2177-3246

Jorge Adrihan do Nascimento de Moraes
Doutor em Educação
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: jorge.moraes@univassouras.edu.br

Diego Ramos Inácio
Mestre em Engenharia de Biossistemas
Instituição: Universidade de Vassouras
E-mail: diego.inacio@univassouras.edu.br

RESUMO
A rápida difusão da Inteligência Artificial Generativa (IAG) tem impactado o ensino superior, sobretudo em cursos de base tecnológica como Engenharia de Software. Este estudo analisa o potencial pedagógico, os desafios éticos e as lacunas de governança associados ao uso da IAG nesse contexto, por meio de uma Análise de Conteúdo dos 16 estudos científicos selecionados em uma revisão estruturada com protocolo PRISMA.E m etapa complementar, realizou-se validação documental externa com documentos normativos e de referência (DCNs, SWEBOK, marco de competências da UNESCO para professores e PPCs exemplificativos; Seção 5.4), com fins de confronto ao modelo proposto. Os resultados indicam que a IAG atua como tutora de codificação e como agente de personalização da aprendizagem, mas expõe riscos relacionados ao viés estatístico, à opacidade técnica e ao "paradoxo da transparência" em avaliações. Como contribuição original, propõe-se o "Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo", que sintetiza o principal desafio contemporâneo para a avaliação de competências na formação do engenheiro de software.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa. Educação Superior. Engenharia de Software. Ética em IA. Análise de Conteúdo.

ABSTRACT
The rapid diffusion of Generative Artificial Intelligence (GAI) has significantly impacted higher education, particularly in technology-based programs such as Software Engineering. This study analyzes the pedagogical potential, ethical challenges, and governance gaps associated with the use of GAI in this context, employing Content Analysis of the 16 scientific studies selected through a PRISMA-structured review protocol.As a complementary step, external documentary validation was conducted using normative and reference documents (Brazilian National Curricular Guidelines for computing courses DCNs SWEBOK, UNESCO AI competency framework for teachers, and illustrative course syllabi; Section 5.4) to support the proposed model.Findings indicate that GAI functions both as a coding tutor and as an agent of personalized learning, while simultaneously exposing risks related to statistical bias, technical opacity, and the "transparency paradox" in assessment practices. As an original contribution, the study proposes the concept of the "Opacity-Bias-Paradox Nexus", which synthesizes the main contemporary challenge for competency evaluation in software engineering education.

Keywords: Generative Artificial Intelligence. Higher Education. Software Engineering. AI Ethics. Content Analysis.

ISSN: 2177-3246

RESUMEN
La rápida difusión de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) ha impactado la educación superior, especialmente en cursos tecnológicos como Ingeniería de Software. Este estudio analiza el potencial pedagógico, los desafíos éticos y las brechas de gobernanza asociadas al uso de la IAG en este contexto, mediante un análisis de contenido de 16 estudios científicos seleccionados en una revisión estructurada utilizando el protocolo PRISMA. Complementariamente, se realizó una validación externa de la documentación utilizando documentos normativos y de referencia (Directrices Curriculares Nacionales, SWEBOK, Marco de Competencias de la UNESCO para Docentes y ejemplos de PPC; Sección 5.4), para compararlos con el modelo propuesto. Los resultados indican que la IAG actúa como tutor de programación y como agente para personalizar el aprendizaje, pero expone riesgos relacionados con el sesgo estadístico, la opacidad técnica y la "paradoja de la transparencia" en las evaluaciones. Como contribución original, se propone el "Nexo Opacidad-Sesgo-Paradoja", que sintetiza el principal desafío contemporáneo para la evaluación de competencias en la educación en ingeniería de software.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa. Educación Superior. Ingeniería de Software. Ética en la IA. Análisis de Contenido.

ISSN: 2177-3246

1 INTRODUÇÃO

A expansão da Inteligência Artificial (IA) tem provocado debates intensos na educação. Williamson, Komljenovic e Gulson (2024) argumentam que vivemos uma era de digitalização governada por algoritmos, o que exige um olhar crítico sobre as estruturas pedagógicas atuais. Recentemente, o surgimento da IAG, exemplificada por ferramentas como o ChatGPT, acelerou esse processo e transformou o trabalho docente. Essa tecnologia é capaz de criar conteúdo original, reconfigurando a forma como se ensina e aprende.

Contudo, essa inserção deve considerar uma perspectiva educacional centrada no ser humano. É fundamental evitar que a tecnologia se sobreponha aos valores sociais (OECD, 2024). Conforme Santaella (2025), a ética torna-se o ponto central desse cenário, pois a IA redefine a própria natureza do conhecimento e da autoria no meio acadêmico. Holmes, Bialik e Fadel (2023) reforçam que a confiança nessas tecnologias depende estritamente de uma ética de dados robusta.

A justificativa para este estudo reside na implementação massiva da IAG no ensino superior, especialmente após 2023. As instituições de ensino não acompanharam tal ritmo com análises críticas ou regulamentações adequadas, criando uma lacuna na literatura. Muitos estudos recentes focam na educação básica ou no uso generalista. Falta, entretanto, uma análise aprofundada sobre domínios técnicos específicos.

Dessa forma, este trabalho foca na Engenharia de Software. Esse curso representa um caso central devido ao papel duplo do estudante: ele é, simultaneamente, usuário da IAG (como assistente de programação) e futuro desenvolvedor dessa mesma tecnologia.

Essa dualidade expõe os discentes a riscos éticos complexos, como a tendenciosidade estatística e a falta de transparência. Diante desse cenário, o problema de pesquisa não se limita à eficácia técnica, mas desdobra-se em três eixos interligados: o pedagógico (potencial de ensino), o ético (viés e opacidade) e o de governança (regulamentação institucional).

Apesar do avanço recente das pesquisas sobre IAG na educação, observa-se uma lacuna na literatura quanto à análise integrada de seus impactos no ensino de Engenharia de Software, especialmente considerando simultaneamente dimensões pedagógicas, éticas e de governança.

Este estudo busca contribuir para esse debate ao propor uma interpretação sistematizada dessas dimensões a partir de evidências da literatura, avançando para a formulação de um modelo analítico que sintetiza tais desafios. A inferência por Análise de Conteúdo restringe-se aos artigos recuperados pelo protocolo de revisão; documentos normativos (p. ex., DCNs, SWEBOK) entram apenas na validação documental complementar (Seção 5.4), fora do mesmo protocolo de busca e seleção.

1.1 CONTEXTO RECENTE DA IAG

A expansão recente da IAG está associada a avanços significativos em modelos de linguagem baseados em arquiteturas *Transformer*, especialmente a partir de 2019. O desenvolvimento de modelos de larga escala e sua aplicação em diferentes domínios impulsionaram o surgimento de ferramentas capazes de gerar textos, códigos e outros conteúdos de forma automatizada.

No contexto educacional, essa transformação tornou-se particularmente visível após a popularização de sistemas baseados em LLMs, que passaram a ser utilizados como assistentes de aprendizagem, tutores virtuais e ferramentas de apoio à programação.

Esse cenário alterou significativamente as práticas pedagógicas em cursos de computação e engenharia de software, ampliando tanto as possibilidades de personalização do ensino quanto os desafios relacionados à avaliação, ética e governança tecnológica.

2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Como a IAG tem sido compreendida no ensino superior e quais são seus principais desafios éticos, pedagógicos e de governança no contexto específico do curso de Engenharia de Software?

O objetivo geral deste trabalho é analisar, por meio de revisão bibliográfica, como a IAG é compreendida e utilizada no ensino de Engenharia de Software, destacando suas implicações éticas e pedagógicas.

Os objetivos específicos incluem: identificar os principais achados da literatura sobre o potencial pedagógico e os desafios éticos da IAG na educação; discutir as implicações desses achados para o ensino de Engenharia de Software; e propor recomendações para o uso responsável da IAG nesse contexto.

3 METODOLOGIA

Para responder ao problema de pesquisa, adotou-se uma revisão integrativa da literatura com protocolo sistematizado de busca e seleção, inspirada nas diretrizes para revisões sistemáticas propostas por Barbara Kitchenham e Stuart Charters (2007).

Embora o estudo utilize elementos metodológicos comuns a revisões sistemáticas, como o fluxo PRISMA e ferramentas de triagem bibliográfica, o objetivo não é esgotar a literatura existente, mas identificar padrões interpretativos relevantes para a análise qualitativa.

A Análise de Conteúdo foi utilizada como procedimento interpretativo para categorização e síntese dos dados, garantindo transparência no processo de seleção e consistência na análise. O objeto empírico da Análise de Conteúdo limita-se aos estudos científicos obtidos pelo protocolo (N=16 no corpus analítico qualitativo).

Documentos normativos e de referência técnica (DCNs, SWEBOK, marco de competências da UNESCO, PPCs públicos) não compõem esse corpus: são mobilizados somente na etapa complementar de validação documental externa (Seção 5.4), sem aplicar-se o protocolo PRISMA de busca e triagem.

A revisão foi guiada pelas seguintes Questões de Pesquisa (QPs): QP1: Como a IAG tem sido utilizada pedagogicamente no ensino de Engenharia de Software? QP2: Quais riscos éticos emergem do uso dessas ferramentas por discentes? QP3: Quais lacunas normativas e implicações pedagógicas são relatadas na literatura acadêmica?

No que se refere à qualidade metodológica, aplicou-se checklist adaptado de Kitchenham e Charters (2007), operacionalizado pelos cinco critérios do Quadro 1. Atribuiu-se de 0 a 2 pontos por critério plenamente atendido (total 0–10 por estudo), com registro no Quadro 3. Com isso, a revisão ganha rastreabilidade e o leitor pode conferir a aderência dos trabalhos aos critérios de inclusão e à qualidade mínima exigida.

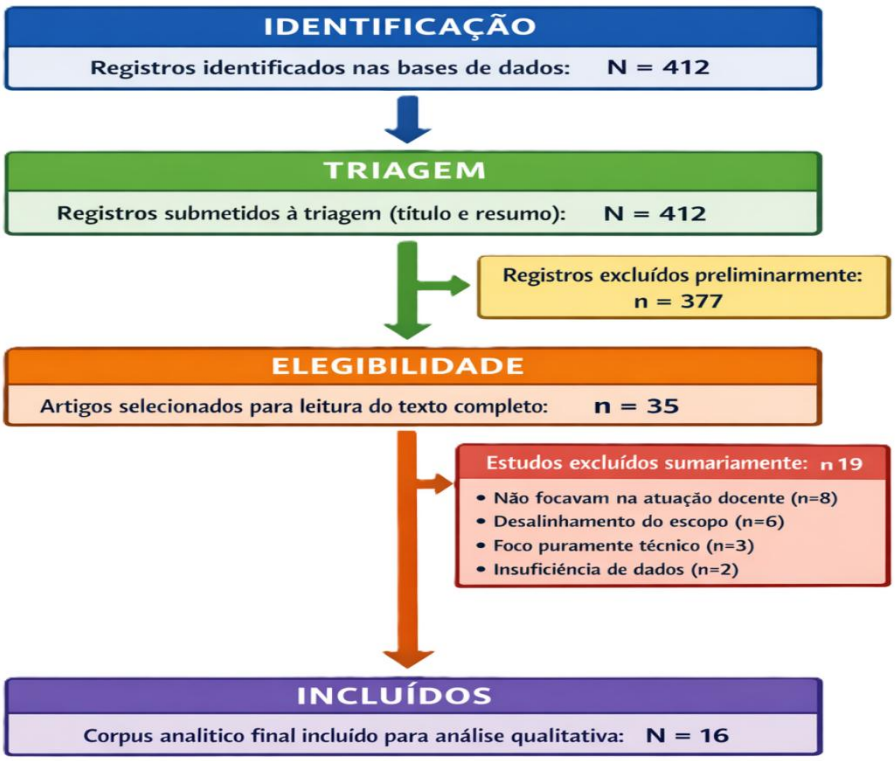
3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DO CORPUS

O processo de seleção seguiu o fluxo PRISMA, adotado como instrumento de transparência e rastreabilidade metodológica. Inicialmente, foram identificados 412 artigos nas bases de dados.

Na fase de triagem por título e resumo, 377 registros foram excluídos por não atenderem aos critérios mínimos de inclusão. Restaram 35 artigos para a etapa de leitura completa, dos quais 19 foram sumariamente excluídos com base nos seguintes critérios rigorosos de elegibilidade: 8 por não focarem na atuação docente no ensino superior; 6 por desalinhamento do escopo analítico (abordagens generalistas ou com foco exclusivo na educação básica, sem aplicação na Engenharia de Software); 3 por apresentarem foco puramente instrumental/técnico (ausência de discussão ético-pedagógica); e 2 por insuficiência de dados para a extração qualitativa.

O processo resultou na consolidação de um corpus analítico final composto por 16 estudos (N=16).

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos (PRISMA).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Nota: a validação documental externa (Seção 5.4), com DCNs, SWEBOK, marco de competências da UNESCO para professores e PPCs exemplificativos, não constitui etapa do fluxo desta figura, não substitui o protocolo de busca e não integra o corpus submetido à Análise de Conteúdo.

Quadro 1. Critérios de inclusão, exclusão e qualidade metodológica.

Parâmetro Metodológico	Descrição
Bases de Dados	SciELO, ACM Digital Library, IEEE Xplore, Google Scholar
Período da Busca	01/01/2019 a 30/06/2025
Termos Principais	"generative AI", "higher education", "software engineering", "ethics", "bias"
Critérios de Inclusão	Abordagem em IAG; Implicações éticas/pedagógicas; Foco no Ensino Superior
Critérios de Exclusão	Foco puramente técnico; foco exclusivo na educação básica; ausência de aderência ao escopo educacional e analítico definido; conflito de interesse com autor; dados incompletos; baixa qualidade metodológica
Fluxo de seleção (PRISMA)	N=412 registros identificados nas bases → n=35 após triagem preliminar → n=16 incluídos para análise qualitativa após leitura integral (Conferência aritmética: 412 - 377 = 35; 35 - 19 = 16).
Corpus Final	N=16 estudos analíticos.
Critérios Formais de Qualidade	Clareza do objetivo; adequação do método; transparência da amostra/corpus; coerência analítica; explicitação de limitações (checklist adaptado de Kitchenham e Charters, 2007)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

3.2 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Na segunda etapa, foi conduzida uma análise bibliométrica preliminar utilizando o software VOSviewer, com o objetivo de identificar padrões de coocorrência de palavras-chave e validar a

aderência temática dos estudos selecionados. Por fim, na terceira etapa, aplicou-se a Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin (1977/2016), envolvendo as fases de pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados.

A análise seguiu as três fases de Bardin (2016): pré-análise (leitura flutuante), exploração do material (codificação indutiva das unidades de registro) e tratamento/interpretação (síntese e proposição do modelo teórico).

Ressalta-se que obras de fundamento metodológico não foram recuperadas pelas strings de busca nas bases de dados para o recorte de IAG no ensino superior em engenharia de software; foram adotadas de forma fundamentada, à parte do protocolo PRISMA, para operacionalizar a Análise de Conteúdo e a revisão integrativa. O procedimento descrito não integra o conjunto PRISMA utilizado para a análise qualitativa (N=16).

Quadro 2. Exemplo de Matriz de Codificação Indutiva

Unidade de Registro (Trecho do documento analisado)	**Código Atribuído**	**Categoria Temática**
"A ferramenta permite adaptar exercícios ao nível do aluno."	Personalização	Potencial Pedagógico
"O modelo reproduziu estereótipos de gênero na seleção de CVs."	Viés Algorítmico	Desafios Éticos
"Professores não sabem se proíbem ou adotam a ferramenta."	Vácuo Normativo	Governança

Fonte: Elaborado pelos autores com base na análise de conteúdo do corpus analítico (N=16)

4 RESULTADOS

Apresenta-se a caracterização dos estudos analisados (N=16), a fim de oferecer uma visão geral do corpus.

Quadro 3. Caracterização dos estudos analisados.

Nº	**Autor / Ano**	**País / Contexto**	**Tipo de Estudo**	**Tema Principal**	**Escore (0–10)**	**Principais Resultados**
1	Arruda (2024)	Brasil	Revisão teórica	IA generativa e trabalho docente	**8/10**	Identifica impactos da IA generativa nas práticas pedagógicas e na redefinição do papel do professor no ensino superior.
2	Collin, Lepage e Nebel (2023)	Canadá	Revisão sistemática	Ética da IA na educação	**9/10**	Destaca preocupações éticas relacionadas a viés algorítmico, transparência e governança educacional.
3	Du Plooy, Casteleijn e Franzsen (2024)	África do Sul	Scoping review	Aprendizagem adaptativa	**9/10**	Demonstra que sistemas baseados em IA aumentam engajamento e personalização da aprendizagem.
4	Fernandes et al. (2024)	Brasil	Estudo conceitual	Ética da IA	**8/10**	Discute riscos de opacidade e necessidade de auditoria ética no uso de IA educacional.

5	Holmes, Bialik e Fadel (2023)	Internacional	Livro / estudo teórico	Ética de dados e IA educacional	**8/10**	Propõe que a confiança na IA depende de princípios éticos claros e governança de dados.
6	Jauhiainen e Guerra (2024)	Finlândia / Espanha	Estudo experimental	Personalização educacional	**9/10**	Demonstra que ChatGPT pode atuar como tutor de aprendizagem personalizada.
7	Lamb (2024)	Brasil	Estudo conceitual	Ética em IA	**7/10**	Analisa implicações éticas e sociais da inteligência artificial em diferentes áreas.
8	Mattozo e Cardozo (2024)	Brasil	Revisão de literatura	IA e desafios pedagógicos	**8/10**	Identifica insegurança docente diante do uso crescente da IA generativa.
9	Neumann et al. (2025)	Alemanha	Estudo aplicado	Chatbot educacional	**9/10**	Avalia o uso de LLMs como assistentes no ensino de banco de dados.
10	Araújo, Santos e Sabino (2025)	Brasil	Revisão sistemática	Percepção docente	**9/10**	Mostra percepções ambíguas de professores sobre IA na educação.
11	Selwyn (2019)	Reino Unido	Estudo crítico	Futuro da educação	**8/10**	Questiona a substituição do papel docente por sistemas automatizados.
12	Santaella (2025)	Brasil	Ensaio teórico	Filosofia da tecnologia	**7/10**	Discute implicações éticas da IA na produção de conhecimento.
13	Samoili et al. (2020)	União Europeia	Relatório científico	Definição de IA	**8/10**	Propõe taxonomia conceitual para classificação de tecnologias de IA.
14	UNESCO (2025)	Internacional	Documento institucional	Competências em IA	**8/10**	Define competências necessárias para professores no uso de IA educacional.
15	OECD (2024)	Internacional	Documento institucional / Working Paper	Impacto da IA na equidade e inclusão educacional	**8/10**	Destaca a necessidade de uma abordagem centrada no ser humano e o risco de a tecnologia se sobrepor aos valores sociais na educação.
16	Williamson, Komljenovic e Gulson (2024)	Internacional	Livro / análise crítica	Digitalização da educação	**8/10**	Analisa a influência de algoritmos e IA na governança educacional.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Além dos estudos analíticos apresentados no Quadro 3, foram mobilizadas referências metodológicas listadas no Quadro 4 fundamentos e ferramentas como apoio metodológico.

Quadro 4. Referências metodológicas de suporte.

Nº	**Autor / Ano**	**País / Contexto**	**Tipo de Estudo**	**Tema Principal**	**Principais Resultados**
1	Ouzzani et al. (2016)	Internacional	Artigo metodológico	Revisão sistemática / triagem	Descreve o Rayyan; citação instrumental. Não integra o N=16 do PRISMA (não recuperada pelas strings de IAG/ensino superior/engenharia de software).
2	Van Eck e Waltman (2010)	Holanda	Artigo metodológico	Bibliometria	Descreve o VOSviewer; citação instrumental. Não integra o N=16 do PRISMA (não recuperada pelas strings principais).

3	Kitchenham e Charters (2007)	Reino Unido	Guia metodológico (revisão sistemática)	Revisão sistemática	Diretrizes de SLR em engenharia de software. Adotado como referencial metodológico; não consta entre os registros recuperados pela busca nas bases para o recorte temático.
4	Bardin (2016)	França	Obra metodológica (Análise de Conteúdo)	Análise de conteúdo	Define o método de análise qualitativa. Adotado como referencial; não consta entre os registros recuperados pela busca nas bases para o recorte temático.

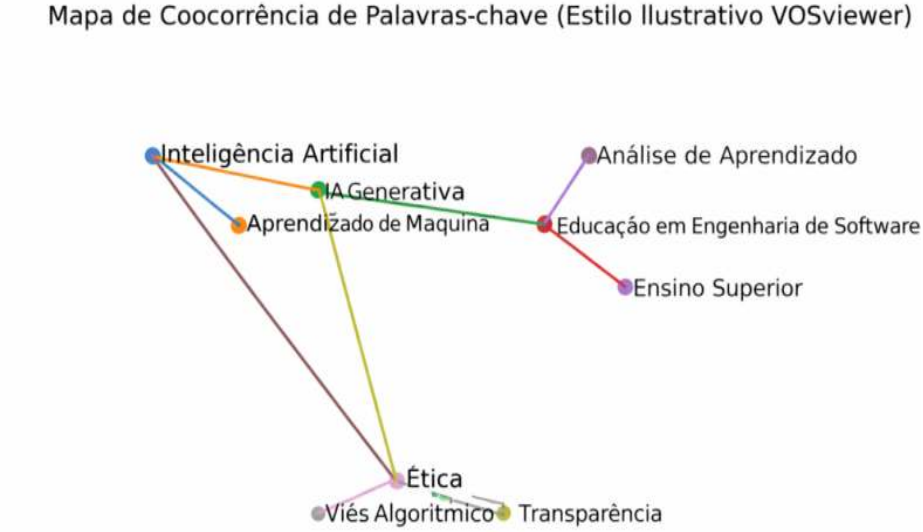
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PRELIMINAR (VOSVIEWER)

Antes da leitura completa, realizou-se uma análise de coocorrência de palavras-chave utilizando o software VOSviewer sobre o conjunto de 35 artigos elegíveis, com o objetivo de validar a aderência temática do corpus e identificar agrupamentos semânticos preliminares que pudessem orientar a categorização qualitativa posterior.

O mapa evidencia três agrupamentos semânticos principais relacionados à IAG no ensino superior: um cluster tecnológico (IA, machine learning, generative AI), um cluster educacional (software engineering education, higher education, learning analytics) e um cluster ético (ethics, algorithmic bias, transparency).

Figura 2 – Mapa de coocorrência de palavras-chave gerado a partir da análise bibliométrica preliminar



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise foi realizada considerando a coocorrência de palavras-chave com limiar mínimo de frequência, permitindo a identificação de agrupamentos semânticos representativos no conjunto de estudos elegíveis.

4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DAS CATEGORIAS

A análise de conteúdo do corpus analítico (N=16) permitiu a identificação de três categorias temáticas centrais que respondem às questões de pesquisa propostas.

Para fins de ilustração e concisão textual, são apresentadas neste artigo as referências mais representativas de cada categoria temática. Os demais estudos que compõem o corpus analítico (N=16) foram igualmente analisados e contribuíram para a consistência das categorias apresentadas, conforme listados no Quadro 3.

4.2.1 Categoria 1: Potencial Pedagógico e Personalização (QP1)

Esta categoria agrupa estudos que destacam a utilidade da IAG como ferramenta de apoio ao ensino. Conforme Jauhiainen e Guerra (2024), a principal vantagem reside na capacidade de personalização dinâmica. Resultados semelhantes foram encontrados por Du Plooy et al. (2024) e Neumann et al. (2025), que descrevem o uso de *chatbots* como tutores eficazes. Nestes casos, a IA atua como um "parceiro cognitivo".

4.2.2 Categoria 2: Desafios Éticos e o Efeito Caixa-Preta (QP2)

Em contrapartida ao potencial pedagógico, esta categoria reúne os riscos predominantes. O viés algorítmico é amplamente discutido por Lamb (2024). A literatura aponta que esse risco é agravado pela "opacidade técnica". Fernandes et al. (2024) detalham que a falta de clareza dos modelos compromete a auditoria ética necessária na Engenharia de Software.

4.2.3 Categoria 3: Governança e Percepção Docente (QP3)

Surgem aqui as questões institucionais e humanas. A UNESCO (2025) aponta a falta de formação docente como um entrave global. Mattozo e Cardozo (2024) discutem o "vácuo normativo" e o surgimento do "paradoxo da transparência".

Além dos estudos explicitamente citados nas categorias acima, os demais documentos que compõem o corpus analítico (Arruda, 2024; Collin et al., 2023; Araújo et al., 2025; Selwyn, 2019; Santaella, 2025; Samoili et al., 2020; Williamson et al., 2024; entre outros) também foram analisados e contribuíram para a validação e consistência das categorias temáticas apresentadas, embora não tenham sido citados individualmente por questões de concisão textual.

Quadro 5. Síntese dos Principais Achados por Categoria (exemplos ilustrativos dos 16 estudos analisados)

Referência (Exemplos)	Categoria Dominante	QP Vinculada	Principal Achado / Contribuição
Jauhiainen e Guerra (2024)	Potencial Pedagógico	**QP1**	A IAG permite a personalização dinâmica de materiais escolares e exercícios.
Neumann et al. (2025)	Potencial Pedagógico	**QP1**	Eficácia de *chatbots* (LLMs) como assistentes de ensino em bancos de dados.
Du Plooy et al. (2024)	Potencial Pedagógico	**QP1**	Impacto positivo da aprendizagem adaptativa no engajamento do aluno.
Lamb (2024)	Desafios Éticos	**QP2**	Risco crítico de viés algorítmico e replicação de preconceitos sociais.
Fernandes et al. (2024)	Desafios Éticos	**QP2**	A falta de compreensibilidade (opacidade) compromete a auditoria ética necessária na engenharia.
UNESCO (2025)	Governança	**QP3**	Falta global de formação docente e diretrizes para uso de IA.
Araújo et al. (2025)	Governança	**QP3**	Insegurança docente significativa devido ao vácuo normativo nas instituições.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5 DISCUSSÃO

A partir da análise dos 16 estudos que compõem o corpus analítico qualitativo, os resultados indicam que a integração da IAG no ensino de Engenharia de Software ocorre em um cenário marcado por tensões entre potencial pedagógico, desafios éticos e lacunas de governança institucional.

Os achados deste estudo sugerem que a incorporação da IAG no ensino de Engenharia de Software não deve ser analisada apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma transformação epistemológica no processo de formação profissional. Nesse sentido, o desafio não reside apenas em regular o uso da tecnologia, mas em redefinir práticas pedagógicas capazes de preservar o desenvolvimento do raciocínio crítico e da autonomia técnica dos estudantes.

5.1 O ESTUDANTE COMO "DESENVOLVEDOR E USUÁRIO

Uma distinção importante identificada neste estudo é o papel do estudante. Diferente de cursos onde o aluno é usuário, na Engenharia de Software, o aluno é um co-criador. Quando o estudante utiliza código gerado por sistemas de IA sem compreender sua lógica, ocorre uma redução no desenvolvimento de competências fundamentais de auditoria e segurança de software, perpetuando o ciclo de "caixas-pretas" no mercado.

5.2 O NEXO OPACIDADE–VIÉS–PARADOXO

A análise de conteúdo permitiu a proposição do modelo teórico Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo, que integra três dimensões frequentemente discutidas de forma isolada na literatura: a opacidade técnica dos sistemas de IA, os riscos de reprodução de vieses algorítmicos e as dificuldades de avaliação pedagógica associadas ao uso de ferramentas generativas.

A Opacidade Técnica impede que o aluno perceba a origem estatística das respostas, facilitando a aceitação acrítica do Viés Algorítmico. Essa interação resulta no Paradoxo da Transparência: momentos avaliativos onde o discente apresenta um código funcional, mas falha ao explicá-lo.

Figura 3. Representação visual do Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para materializar o conceito, considere-se um estudante utilizando o Copilot. A ferramenta sugere um código enviesado e o aluno o implementa. Na avaliação, o docente enfrenta o dilema: deve penalizar o aluno por plágio ou reconhecer que a competência de auditoria não foi ensinada?

5.3 VALIDAÇÃO TEÓRICA DO MODELO PROPOSTO

Com base na análise qualitativa dos 16 estudos do corpus, os componentes do "Nexo" foram confrontados com as competências fundamentais previstas no SWEBOK (Guide to the Software Engineering Body of Knowledge), tomado como referencial técnico externo ao conjunto de artigos recuperados pelo protocolo PRISMA (o SWEBOK não integra o corpus analisado por Análise de Conteúdo).

A análise demonstra que o uso acrítico da IAG viola requisitos técnicos de qualidade e auditoria de software, conforme sintetizado no Quadro 6.

Quadro 6. Matriz de Confronto: Riscos da IAG versus Competências de Engenharia

Componente do Nexo (Modelo Proposto)	Competência de Engenharia Afetada (SWEBOK/DCNs)	Conflito Identificado (Violação da Competência)
1. Opacidade Técnica	**Verificação e Validação (V&V)** e Qualidade de Software.	Viola o princípio da Rastreabilidade. Se o aluno não sabe explicar a origem da lógica do código, torna-se impossível garantir a manutenção futura e a segurança do sistema, criando "dívidas técnicas" imediatas.
2. Viés Estatístico	**Prática Profissional e Ética** e Engenharia de Requisitos.	Viola o princípio da Responsabilidade Social. O engenheiro é responsável pelos impactos do software. Aceitar viés estatístico como "erro da máquina" fere a competência de mitigar danos a usuários finais.
3. Paradoxo da Transparência	**Comunicação Técnica** e Fundamentos de Computação.	Viola a competência de Domínio Cognitivo. Na engenharia, "funcionar" não basta; é preciso saber "por que funciona". O paradoxo revela que a competência foi simulada, mas não adquirida.

Nota: o SWEBOK é utilizado como referencial técnico externo ao corpus de artigos selecionado por PRISMA; não integra o conjunto dos 16 estudos analisados qualitativamente.
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os resultados evidenciam três desdobramentos práticos do Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo, apresentados nas subseções seguintes.

5.3.1 Tensão prática entre uso pedagógico e riscos éticos

Além dos pontos discutidos, surge uma tensão prática cada vez mais evidente no ensino de Engenharia de Software: ao mesmo tempo em que a IAG facilita a aprendizagem, ela também cria uma dependência tecnológica difícil de controlar em sala de aula. Muitos estudantes passam a confiar mais na ferramenta do que em seu próprio processo cognitivo, gerando uma situação paradoxal.

A ferramenta que deveria auxiliar no aprendizado básico de lógica, abstração e estruturação de código acaba substituindo etapas fundamentais da formação, o que compromete o desenvolvimento de competências essenciais como análise crítica, depuração e tomada de decisão técnica. Essa tensão afeta diretamente o docente, que precisa equilibrar incentivo ao uso responsável e prevenção do uso acrítico.

5.3.2 Impacto direto na formação técnica e identidade profissional.

Essa situação também afeta a própria identidade profissional do futuro engenheiro de software. O uso indiscriminado da IAG reduz o contato do estudante com o raciocínio de baixo nível e com os fundamentos da computação, que são indispensáveis para atuar em áreas como arquitetura de software, segurança, testes e validação.

Quando o aluno se acostuma a aceitar soluções prontas, perde oportunidades de desenvolver autonomia e capacidade de auditoria, habilidades que o SWEBOK estabelece como obrigatórias para o exercício ético e competente da profissão. Assim, a presença da IAG no cotidiano acadêmico não

apenas modifica práticas pedagógicas, mas também redefine como o estudante se percebe enquanto profissional em formação.

5.3.3 Consequências para o mercado e para a responsabilidade ética

No mercado de trabalho, essa fragilidade pode gerar consequências relevantes. Relatórios e análises recentes indicam desafios na formação de profissionais capazes de compreender criticamente os sistemas que utilizam ou modificam, especialmente quando baseados em IAG. Parte desse cenário pode estar associada à redução da vivência completa de processos de desenvolvimento, verificação e validação durante a formação acadêmica.

Considerando que a Engenharia de Software envolve responsabilidade social significativa, decisões tecnicamente mal fundamentadas podem resultar em códigos inseguros, enviesados ou estruturalmente frágeis.

Assim, a insuficiência de habilidades de auditoria, rastreabilidade e análise crítica potencialmente agravada pelo uso acrítico da IAG pode comprometer não apenas o desempenho individual do profissional, mas também a qualidade e a confiabilidade dos produtos entregues à sociedade. A discussão evidencia, portanto, que a incorporação da IAG representa não apenas um desafio pedagógico, mas também um desafio ético e profissional.

5.4 VALIDAÇÃO DOCUMENTAL DO MODELO PROPOSTO

Para fortalecer o modelo "Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo", realizou-se uma validação documental complementar à análise do corpus de artigos. Foram analisados documentos oficiais que orientam a formação em Computação e Engenharia de Software no Brasil e no mundo, incluindo as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), o SWEBOK, o Marco de Competências da UNESCO para IA na Educação (2025) e Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) de universidades brasileiras.

Esses materiais não foram recuperados pelas bases e pelas strings de busca da revisão, não passam pelas etapas da Figura 1 (PRISMA); tratam-se de fontes de referência convocadas de forma proposital apenas para confronto externo do modelo. O procedimento não integra a Análise de Conteúdo descrita na metodologia, constituindo etapa adicional de validação externa. Por não envolver seres humanos, não exigiu aprovação em Comitê de Ética.

Foram consultados os seguintes materiais:

- as **Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs)** dos cursos de Computação;
- o **SWEBOK**, que reúne o conjunto de conhecimentos essenciais da Engenharia de Software;
- o **Marco de Competências da UNESCO para IA na Educação (2025)**;
- e PPCs (Projetos Pedagógicos de Curso) disponíveis publicamente em universidades brasileiras.

Ao comparar esses documentos com o modelo proposto, percebeu-se que **existe uma lacuna importante**. Os documentos analisados ainda não apresentam diretrizes específicas voltadas à formação em Engenharia de Software no contexto da IAG. Em especial, não há diretrizes que abram espaço para desenvolver habilidades como:

- auditoria de conteúdo produzido por IA,
- identificação de viés algorítmico,
- e análise da transparência do código gerado automaticamente.

Essa ausência reforça exatamente o que o modelo propõe: que o estudante fica exposto à opacidade dos modelos, aos possíveis vieses e ao paradoxo observado em situações de avaliação. Assim, os próprios documentos oficiais confirmam que as instituições ainda não estão preparadas para lidar com os novos desafios trazidos pela IAG, validando a relevância do Nexo desenvolvido neste trabalho.

5.5 ADEQUAÇÃO TEÓRICA E VALIDADE EXTERNA DO NEXO

Para verificar a adequação teórica do modelo proposto para além do corpus analisado, confrontaram-se seus três componentes com a literatura especializada. Observou-se que os elementos do Nexo encontram correspondência direta com discussões presentes nos próprios estudos do corpus analítico:

Santaella (2025) e Lamb (2024) discutem como a falta de transparência da IA pode gerar efeitos indesejados e antiéticos, reforçando a dimensão da opacidade; Fernandes et al. (2024) explicam que modelos de IA podem reproduzir preconceitos sociais, alinhando-se ao elemento do viés; Mattozo e Cardozo (2024) abordam a dificuldade docente em avaliar produções feitas com IA, aproximando-se do paradoxo da transparência.

A convergência entre o modelo proposto e os achados desses estudos indica que o Nexo não apenas sintetiza os resultados da presente análise, mas também dialoga com fenômenos já identificados por outras pesquisas, ainda que sob diferentes denominações. Essa convergência reforça a validade externa do modelo como ferramenta analítica para compreensão dos desafios da IAG no ensino de Engenharia de Software.

6 CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES

Este estudo contribui ao sistematizar riscos éticos associados ao uso da IAG na formação em Engenharia de Software, além de propor o modelo analítico "Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo" como ferramenta teórica de interpretação.

No âmbito pedagógico, os resultados indicam a pertinência de incorporar critérios avaliativos voltados à análise crítica e à auditoria do código gerado por IA. No plano institucional, os achados sugerem a relevância de discutir a inclusão de competências relacionadas à auditoria algorítmica nos Projetos Pedagógicos de Curso.

Quanto às limitações, reconhecem-se viés de publicação e o recorte linguístico (português e inglês). Mantém-se o caráter interpretativo da revisão qualitativa, ainda que formalizada por checklist e escores no Quadro 3. Sob ótica estritamente quantitativa, o N=16 é questionável; a saturação teórica e a transparência das pontuações, porém, apoiam a suficiência analítica para os fins do estudo.

Além disso, reconhece-se a necessidade de estudos empíricos em contextos reais de ensino; tais linhas são retomadas de forma sistemática na Seção 8, com ênfase em competências de auditoria, depuração e compreensão de código produzido com IAG.

Nesse sentido, sugere-se que cursos de Engenharia de Software explorem estratégias pedagógicas voltadas ao uso crítico da IAG. Entre essas estratégias destacam-se atividades de auditoria de código gerado por IA, exercícios de explicação das soluções propostas e avaliações que priorizem o processo de raciocínio técnico, e não apenas o resultado final produzido.

7 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a IAG representa um recurso pedagógico relevante para o ensino de Engenharia de Software. Contudo, sua adoção sem mediação pedagógica adequada pode comprometer o desenvolvimento de competências essenciais, como auditoria, rastreabilidade e responsabilidade ética.

O modelo “Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo” mostra-se uma lente analítica pertinente para compreender como a dependência acrítica da tecnologia pode influenciar a formação do engenheiro de software. Os resultados indicam a necessidade de que instituições de ensino revisitem seus Projetos Pedagógicos de Curso, deslocando o foco avaliativo do produto final gerado pela IA para o processo crítico de análise, explicação e validação das soluções apresentadas.

Em conjunto, essas análises indicam que os desafios associados ao uso da IAG no ensino de Engenharia de Software não se restringem à dimensão tecnológica, mas envolvem transformações pedagógicas, éticas e institucionais que ainda estão em processo de consolidação.

Em síntese, a IAG impõe à formação em Engenharia de Software não apenas a necessidade de adaptação curricular, mas uma reconfiguração dos próprios critérios de avaliação de competência técnica, exigindo que o foco educacional se desloque da mera produção de resultados para a compreensão crítica dos processos que os originam.

8 PERSPECTIVAS DE PESQUISA FUTURAS

A partir das lacunas identificadas na análise dos 16 estudos que compõem o corpus analítico, bem como das limitações metodológicas apontadas na seção anterior, delineiam-se perspectivas para investigações futuras.

No âmbito empírico, destaca-se a necessidade de estudos que investiguem, em contextos reais de ensino de Engenharia de Software, como estudantes e docentes utilizam ferramentas de IAG em atividades de programação. Experimentos educacionais podem contribuir para avaliar como diferentes estratégias pedagógicas como o uso livre da tecnologia versus atividades estruturadas de auditoria e explicação de código influenciam o desenvolvimento de competências técnicas, incluindo análise crítica, depuração e compreensão lógica das soluções propostas.

No plano teórico, sugere-se a aplicação e validação do modelo "Nexo Opacidade–Viés–Paradoxo" em diferentes contextos institucionais e cursos de tecnologia, a fim de testar sua capacidade explicativa e sua utilidade como ferramenta de análise para pesquisas futuras. Estudos comparativos entre instituições que já incorporaram diretrizes de uso ético da IAG e aquelas que ainda não o fizeram podem contribuir para avaliar a efetividade de diferentes abordagens de governança.

Por fim, orienta-se que futuras revisões sistemáticas ampliem o escopo linguístico para além do português e inglês, refinem os critérios formais de avaliação de qualidade (pontuação de qualidade) e incluam bases de dados adicionais, a fim de reduzir os vieses identificados como limitações do presente estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. C.; SANTOS, A. T.; SABINO, G. F. T. Percepção docente sobre o uso da IA na educação básica: revisão da literatura. SciELO Preprints, [S. l.], 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12454. Acesso em: 16 nov. 2025.

ARRUDA, E. P. Inteligência artificial generativa no contexto da transformação do trabalho docente. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 40, p. e48078, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-469848078. Acesso em: 16 nov. 2025.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução de L. A. Reto e A. Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: https://ia802902.us.archive.org/8/items/bardin-laurence-analise-de-conteudo/bardin-laurence-analise-de-conteudo.pdf. Acesso em: 11 abr. 2026.

COLLIN, S.; LEPAGE, A.; NEBEL, L. Enjeux éthiques et critiques de l'intelligence artificielle en éducation: une revue systématique de la littérature. Canadian Journal of Learning and Technology, [S. l.], v. 49, n. 4, 2023. Disponível em: https://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/28448. Acesso em: 16 nov. 2025.

DU PLOOY, E.; CASTELEIJN, D.; FRANZSEN, D. Personalized adaptive learning in higher education: a scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. Heliyon, [S. l.], v. 10, e39630, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630. Acesso em: 16 nov. 2025.

FERNANDES, A. B. *et al*. A ética no uso de inteligência artificial na educação: implicações para professores e estudantes. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 346–361, mar. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v10i3.13056. Acesso em: 16 nov. 2025.

HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. Artificial intelligence in education. In: Data ethics: building trust – how digital technologies can serve humanity. [S. l.]: Globethics Publications, 2023. p. 621-653. Disponível em: https://www.globethics.net/documents/428993/428994/GlobethicsPublication978-2-88939-621-3.pdf. Acesso em: 11 abr. 2026.

JAUHIAINEN, J. S.; GUERRA, A. G. Generative AI and education: dynamic personalization of pupils' school learning material with ChatGPT. Frontiers in Education, [S. l.], v. 9, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1288723. Acesso em: 16 nov. 2025.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report EBSE 2007-001. Keele University and Durham University Joint Report, 2007. Disponível em: https://drhariz.com/wp-content/uploads/2023/09/Guidelines-for-performing-SLR-Software-Engineering.pdf Acesso em: 11 abr. 2026.

LAMB, L. C. Ética em IA e IA ética: prolegômenos e estudo de casos significativos. Revista USP, São Paulo, n. 141, p. 107-120, abr./jun. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.i141p107-120. Acesso em: 16 nov. 2025.

MATTOZO, E.; CARDOZO, P. F. Desafios éticos e inovações pedagógicas: a inteligência artificial na educação contemporânea. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 10, n. 11, p. 380-401, nov. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v10i11.16497. Acesso em: 16 nov. 2025.

NEUMANN, A. T. *et al*. An LLM-driven chatbot in higher education for databases and information systems. IEEE Transactions on Education, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 103–120, fev. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TE.2024.3467912. Acesso em: 16 nov. 2025.

OECD. The potential impact of artificial intelligence on equity and inclusion in education. Paris: OECD Publishing, 2024. (EDU/WKP(2024)15). Disponível em: https://doi.org/10.1787/15df715b-en. Acesso em: 28 mar. 2026.

OUZZANI, M. et al. Rayyan — a web and mobile app for systematic reviews. Systematic Reviews, [S. l.], v. 5, n. 210, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4. Acesso em: 5 dez. 2025.

SAMOILI, S. et al. AI Watch: defining artificial intelligence – towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.2760/039321. Acesso em: 11 abr. 2026.

SANTAELLA, L. A inteligência artificial sob a égide da ética. Cronos: Revista da Pós-Graduação em Ciências Sociais, Natal, v. 26, n. 1, p. 8-19, jan./jun. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.21680/1982-5560.2025v26n1ID39309. Acesso em: 16 nov. 2025.

SELWYN, N. Should robots replace teachers? AI and the future of education. Cambridge: Polity Press, 2019. Disponível em: https://politybooks.com/bookdetail/?isbn=9781509528053. Acesso em: 11 abr. 2026.

UNESCO. AI competency framework for teachers. Paris: UNESCO, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.54675/ZJTE2084. Acesso em: 28 mar. 2026.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, [S. l.], v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-010-0146-3. Acesso em: 11 abr. 2026.

WILLIAMSON, B.; KOMLJENOVIC, J.; GULSON, K. N. (ed.). World yearbook of education 2024: digitalisation of education in the era of algorithms, automation and artificial intelligence. London: Routledge, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781003377340. Acesso em: 11 abr. 2026.