



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM INFORMÁTICA

ARTHUR FRANCISCO ARAÚJO DA SILVA

APROFUNDAMENTO COGNITIVO VS. APRENDIZAGEM SUPERFICIAL:

Uma Análise Crítica do Impacto da IA Generativa no Ensino de Programação

MACAPÁ

2025

ARTHUR FRANCISCO ARAÚJO DA SILVA

APROFUNDAMENTO COGNITIVO VS. APRENDIZAGEM SUPERFICIAL:

Uma Análise Crítica do Impacto da IA Generativa no Ensino de Programação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Informática.

Orientador: Prof. Me. Hilton Prado de Castro Junior

MACAPÁ

2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586a Silva, Arthur Francisco Araújo da
Aprofundamento cognitivo vs. aprendizagem superficial:
uma análise crítica do impacto da ia generativa no ensino de programação
/ Arthur Francisco Araújo da Silva - Macapá, 2025.
30 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá,
Licenciatura em Informática, 2025.

Orientador: Hilton Prado de Castro Junior.

1. Inteligência artificial. 2. Ensino de programação. 3. Aprofundamento
cognitivo. I. Castro Junior, Hilton Prado de , orient. II. Título.

ARTHUR FRANCISCO ARAÚJO DA SILVA

APROFUNDAMENTO COGNITIVO VS. APRENDIZAGEM SUPERFICIAL:

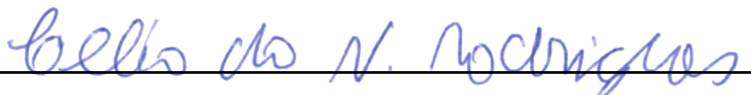
Uma Análise Crítica do Impacto da IA Generativa no Ensino de Programação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Informática.

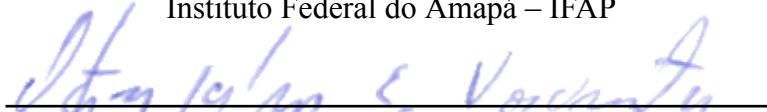
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Hilton Prado de Castro Junior
Instituto Federal do Amapá – IFAP



Prof. Me. Célio do Nascimento Rodrigues
Instituto Federal do Amapá – IFAP



Prof. Me. Clayton Jordan Espindola do Nascimento
Instituto Federal do Amapá – IFAP

Apresentado em: 14/11/2025.

Conceito/Nota: 10,00

RESUMO

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) Generativa representa uma das mais significativas disrupções no cenário educacional contemporâneo, especialmente no ensino de programação. Este Trabalho de Conclusão de Curso investiga a dicotomia central que emerge dessa integração: a IA atua como uma ferramenta de potencialização, promovendo o aprofundamento cognitivo, ou como uma "muleta" tecnológica que incentiva a aprendizagem superficial? Através de uma revisão sistemática da literatura acadêmica recente, o presente estudo analisa criticamente as duas principais correntes de pensamento sobre o tema. A metodologia adotou critérios de busca em bases de dados acadêmicas, com foco em publicações entre 2023 e 2025, para mapear os argumentos, debates e lacunas na pesquisa. A análise revela que uma perspectiva defende os benefícios da IA na melhoria do desempenho, no desenvolvimento de competências de ordem superior e no fortalecimento da motivação estudantil. Em contrapartida, outra perspectiva adverte para os riscos do "efeito muleta", da erosão de habilidades fundamentais como a depuração de código, e dos desafios à integridade acadêmica. Como principal contribuição, este trabalho propõe uma síntese dialética para essa tensão, argumentando que o impacto da IA não é inerente à tecnologia, mas mediado pela prática pedagógica. Para tal, é apresentado um framework propositivo de integração da IA em três níveis: Adoção Segura, Colaboração Crítica e Inovação Assistida, calibrado de acordo com o nível de expertise do aluno. Conclui-se que, com uma abordagem pedagógica intencional e crítica, é possível mitigar os riscos e transformar a IA Generativa em uma poderosa aliada para o aprofundamento cognitivo.

Palavras-chave: inteligência artificial; ensino de programação; aprofundamento cognitivo; aprendizagem superficial; pedagogia.

ABSTRACT

The rise of Generative Artificial Intelligence (AI) represents one of the most significant disruptions in the contemporary educational landscape, especially in programming education. This final undergraduate paper investigates the central dichotomy that emerges from this integration: does AI act as a potentiation tool, promoting cognitive deepening, or as a technological "crutch" that encourages superficial learning? Through a systematic review of recent academic literature, this study critically analyzes the two main schools of thought on the subject. The methodology adopted search criteria in academic databases, focusing on publications between 2023 and 2025, to map the arguments, debates, and research gaps. The analysis reveals that one perspective advocates for the benefits of AI in improving performance, developing higher-order skills, and strengthening student motivation. Conversely, another perspective warns of the risks of the "crutch effect," the erosion of fundamental skills such as code debugging, and challenges to academic integrity. As its main contribution, this work proposes a dialectical synthesis for this tension, arguing that the impact of AI is not inherent to the technology but is mediated by pedagogical practice. To this end, a propositional framework for AI integration at three levels: Safe Adoption, Critical Collaboration, and Assisted Innovation, is presented, calibrated according to the student's level of expertise. It is concluded that, with an intentional and critical pedagogical approach, it is possible to mitigate the risks and transform Generative AI into a powerful ally for cognitive deepening.

Keywords: artificial intelligence; programming education; cognitive deepening; superficial learning; pedagogy.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	METODOLOGIA	9
2.1	Coleta e Seleção dos Artigos	9
2.2	Processo de Análise	10
2.3	Validação da Análise	11
3	PARADIGMAS COGNITIVOS E DISRUPÇÃO TECNOLÓGICA	12
3.1	A Disrupção da IA Generativa Frente a Tecnologias Anteriores	12
3.2	Aprendizagem Superficial vs. Aprofundamento Cognitivo	13
3.3	A Taxonomia de Bloom Revisitada pela IA Generativa	14
4	A POTENCIALIZAÇÃO COGNITIVA PELA IA GENERATIVA	15
4.1	Melhoria de Desempenho e Eficiência Acadêmica	15
4.2	Desenvolvimento de Competências de Ordem Superior	15
4.3	Fortalecimento da Motivação e da Autoeficácia	16
5	A PERSPECTIVA CAUTELOSA: RISCOS DE SUPERFICIALIDADE E DEPENDÊNCIA	17
5.1	O Risco da Aprendizagem Superficial e do "Efeito Muleta"	17
5.2	Desafios à Integridade Acadêmica e aos Modelos de Avaliação	17
5.3	A Ameaça ao Desenvolvimento de Competências Fundamentais	18
5.4	Implicações Éticas Ampliadas	18
6	ANÁLISE CRÍTICA: EM BUSCA DE UMA SÍNTESE DIALÉTICA	20
6.1	O Papel do Educador como Curador e Mediador Cognitivo	20
6.2	Framework Propositivo: Níveis de Integração Pedagógica da IA	20
6.3	Desafios de Implementação e Contextualização	24
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) Generativa, impulsionada por modelos de linguagem de grande escala como o GPT-4, representa uma das mais profundas e rápidas disrupções tecnológicas do século XXI. Sua capacidade de criar conteúdo novo e sofisticado, de textos e imagens a códigos de programação funcionais, está redefinindo indústrias e práticas profissionais. O campo da educação, e em particular o ensino de programação, encontra-se no epicentro dessa transformação. Ferramentas como o GitHub Copilot e o ChatGPT foram rapidamente integradas ao cotidiano de estudantes e desenvolvedores, alterando fundamentalmente a forma como o código é escrito, depurado e aprendido.

Essa integração abrupta rapidamente dividiu a comunidade acadêmica, pois levanta uma questão central: estamos diante de uma ferramenta que potencializa o aprofundamento cognitivo ou de uma "muleta" tecnológica que incentiva a aprendizagem superficial? Essa incerteza é o problema que move esta pesquisa. Muitos pesquisadores defendem que a IA libera os alunos de tarefas cognitivas de baixo nível, como a memorização de sintaxe, permitindo que eles foquem na resolução de problemas complexos. Em contrapartida, uma corrente igualmente forte adverte para o risco de os alunos se tornarem excessivamente dependentes, contornando o "esforço útil" que é necessário para a consolidação do conhecimento.

Diante do exposto, a questão de pesquisa que norteia este estudo é: **De que maneira a utilização de ferramentas de IA Generativa impacta o processo de aprendizagem de programação, promovendo um aprofundamento cognitivo ou incentivando uma aprendizagem superficial?**

O objetivo geral deste trabalho, portanto, é analisar criticamente as visões otimistas e cautelosas presentes na literatura recente. Para isso, o estudo foca em identificar os benefícios apontados para a eficiência e o desenvolvimento de competências de ordem superior, ao mesmo tempo em que mapeia os riscos relacionados à dependência, à integridade acadêmica e à erosão de habilidades fundamentais. A partir dessa análise, o trabalho busca propor uma síntese que considere o papel da pedagogia como mediadora do impacto dessa tecnologia.

A relevância deste estudo reside em sua atualidade e em suas implicações práticas para instituições de ensino como o Instituto Federal do Amapá (IFAP) e para a realidade do ensino

de tecnologia no Brasil. A preparação de futuros programadores e educadores para um mercado de trabalho que já opera em colaboração com a IA é um desafio urgente. Compreender as nuances desse fenômeno é crucial para desenvolver diretrizes pedagógicas que maximizem os benefícios e mitiguem os riscos, garantindo uma formação sólida e crítica.

Para conduzir esta análise, o presente trabalho está estruturado em quatro capítulos. O primeiro capítulo estabelece a fundamentação teórica, diferenciando a IA de tecnologias anteriores e definindo os conceitos de aprofundamento cognitivo e aprendizagem superficial à luz da Taxonomia de Bloom. O segundo capítulo explora a perspectiva otimista, detalhando os benefícios da IA para o desempenho, o desenvolvimento de competências e a motivação. O terceiro capítulo, por sua vez, analisa a perspectiva cautelosa, abordando os riscos de dependência, os desafios à integridade acadêmica e as ameaças às competências fundamentais. Finalmente, o quarto capítulo propõe uma síntese dialética, argumentando que a pedagogia é o fator determinante e apresentando um framework original para a integração consciente e eficaz da IA na sala de aula.

2 METODOLOGIA

Este trabalho utiliza como método a revisão de literatura com abordagem sistemática. O objetivo foi sintetizar e analisar criticamente a produção acadêmica recente sobre a intersecção entre a Inteligência Artificial (IA) Generativa e o ensino de programação no nível superior.

A escolha desta metodologia justifica-se pelo caráter emergente do tema. A produção científica sobre IA Generativa na educação cresceu intensamente após o lançamento do ChatGPT (novembro de 2022), criando um corpo de conhecimento que ainda carece de sínteses. Portanto, mais do que uma compilação, este trabalho buscou mapear o estado da arte, identificar debates e apontar lacunas de pesquisa.

2.1. Coleta e Seleção dos Artigos

A primeira etapa foi definir um protocolo para formar o conjunto de artigos (corpus) da pesquisa, guiado pela seguinte questão: "Quais são os impactos, desafios e oportunidades da adoção da IA Generativa no ensino superior de Ciência da Computação, com foco no processo de ensino-aprendizagem de programação?"

As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados:

- **Google Scholar e SciELO:** Para uma cobertura ampla e multidisciplinar, incluindo produções latino-americanas.
- **IEEE Xplore e ACM Digital Library:** Por serem repositórios especializados e essenciais na área de Ciência da Computação.

A estratégia de busca incluiu combinações de termos como "Inteligência Artificial Generativa", "IA no Ensino", "Educação em Programação", "ChatGPT na Educação" e "Low-Code/No-Code" (LCNC). Após uma análise exploratória inicial, a pesquisa foi focada na IA Generativa, por apresentar maior volume de publicações recentes e debates mais substanciais.

Para a seleção final dos artigos, foram usados os seguintes critérios:

Critérios de Inclusão:

- **Período:** Publicações entre 2023 e novembro de 2025, para capturar apenas a discussão pós-ChatGPT.
- **Idioma:** Artigos em inglês, português e espanhol.

- **Escopo:** Trabalhos com foco em impactos pedagógicos, desafios éticos ou aplicações práticas da IA Generativa no ensino superior de programação.

Crítérios de Exclusão:

- Artigos puramente técnicos sobre arquiteturas de IA (sem foco educacional).
- Artigos de opinião sem fundamentação teórica ou empírica.
- Trabalhos focados exclusivamente no ensino básico ou médio.

Após a aplicação dos filtros e a leitura dos resumos, foi selecionado um corpus final de **29 artigos** que formam a base desta revisão.

2.2. Processo de Análise

A análise dos 29 artigos foi realizada com o auxílio da ferramenta NotebookLM (Google), utilizada para processar o volume de textos e auxiliar na identificação de padrões temáticos. O processo foi dividido em três fases:

Fase 1: Extração Temática Inicialmente, o conjunto completo de artigos foi processado para identificar os 5 a 7 temas mais recorrentes. Esta etapa revelou conceitos-chave como: a adoção da IA Generativa, integridade acadêmica, mudança de paradigma educacional, literacia em IA e o papel das plataformas LCNC.

Fase 2: Agrupamento (Clustering) Com base nos temas da Fase 1, os artigos foram agrupados em *clusters* temáticos. Foi solicitado à ferramenta que criasse de 3 a 4 grupos e sintetizasse a abordagem principal de cada um. Este processo resultou em quatro clusters principais:

1. Estratégias Pedagógicas e de Currículo na Era da IA (7 artigos)
2. Aplicações e Impacto da IA na Educação em Ciência da Computação (6 artigos)
3. Mudança de Paradigma Educacional na Era da IA (5 artigos)
4. Desafios Éticos e Integridade Acadêmica (5 artigos)

Fase 3: Análise Crítica e Identificação de Lacunas Na fase final, a análise buscou conexões mais profundas. Foram realizadas consultas específicas à ferramenta para:

- **Mapear lacunas de pesquisa:** Analisando as seções de "Conclusão" e "Trabalhos Futuros" dos artigos.
- **Identificar debates:** Buscando conclusões conflitantes entre os autores (ex: o impacto da IA na Taxonomia de Bloom; IA como promotora de aprofundamento vs. superficialidade).
- **Achar conexões subexploradas:** Verificando relações pouco discutidas entre os clusters.

2.3. Validação da Análise

Para garantir a confiabilidade dos resultados, a análise assistida por IA passou por um processo de validação humana. As sínteses, temas e conclusões geradas pelo NotebookLM não foram aceitos passivamente.

Cada síntese foi sistematicamente comparada (triangulada) com o conteúdo dos artigos originais. Quando uma discrepância ou uma generalização indevida era identificada, o artigo original era lido novamente pelo pesquisador para garantir que a análise final fosse fiel aos argumentos dos autores. Este processo assegurou que a ferramenta foi usada como um assistente de análise, e não como um substituto do pensamento crítico do pesquisador.

3 PARADIGMAS COGNITIVOS E DISRUPÇÃO TECNOLÓGICA

3.1 A Disrupção da IA Generativa Frente a Tecnologias Anteriores

A integração de tecnologias no ensino não é um fenômeno novo. Contudo, para contextualizar a magnitude do debate atual, é crucial diferenciar a IA Generativa de inovações anteriores. Enquanto tecnologias como calculadoras, IDEs com autocompletar e fóruns como o Stack Overflow representaram evoluções importantes, a IA Generativa constitui uma disrupção de natureza fundamentalmente diferente. A distinção reside na sua **agência proativa**, na sua **capacidade de síntese holística** e no seu **impacto sem precedentes sobre a avaliação**.

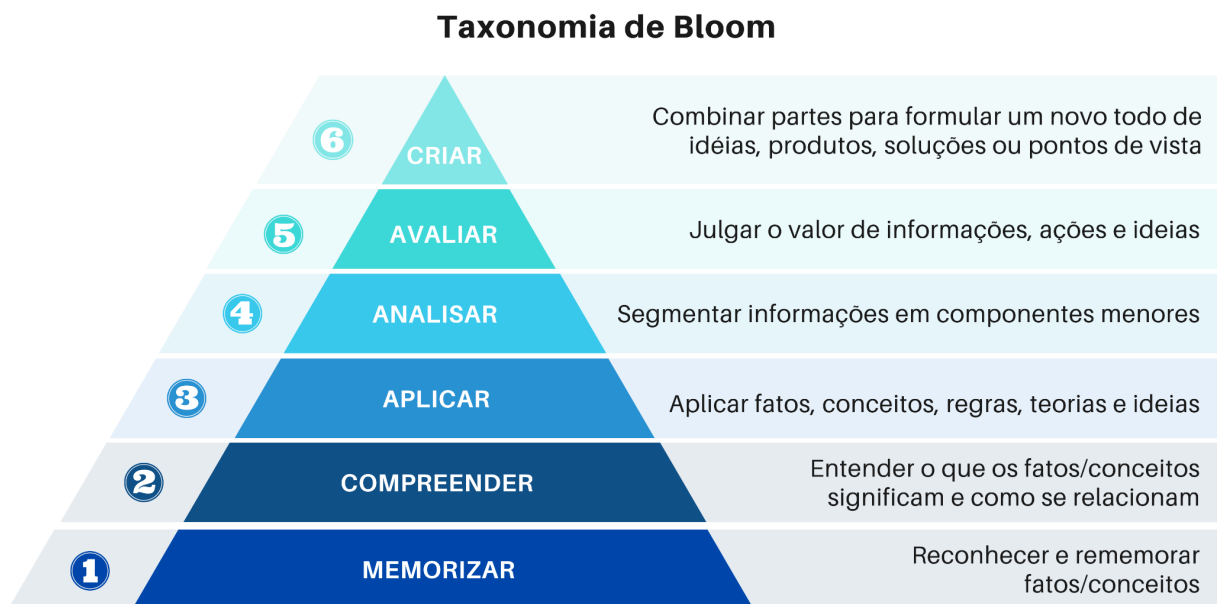
Tecnologias anteriores são, em grande parte, reativas ou focadas na recuperação de informações. Uma calculadora executa uma operação definida; o autocompletar de uma IDE prevê o próximo comando sintático; o Stack Overflow oferece acesso a um repositório estático de conhecimento humano. Nenhuma delas gera soluções novas de forma autônoma. A IA Generativa, em contraste, possui um nível de agência que lhe permite interpretar linguagem natural, decompor um problema e sintetizar informações de múltiplas fontes para criar uma solução nova e contextualizada. Essa "programação conversacional", por vezes chamada de "vibe coding", descreve um processo interativo onde o desenvolvimento se torna um diálogo com a IA para explorar e refinar ideias (BEALE, 2025). Essa abordagem transforma a ferramenta em um parceiro ativo no processo criativo (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025), o que pode, inclusive, aprimorar as habilidades metacognitivas dos alunos (DOMINGUES; RASTEIRO, 2024).

Além disso, a IA pode abordar um problema de forma holística, atuando desde o brainstorming inicial até a geração de testes e a depuração. Essa capacidade de síntese de ponta a ponta quebra a ligação entre a produção de um artefato (código, texto) e a compreensão do aluno sobre ele, tornando avaliações tradicionais obsoletas. Se um aluno pode gerar uma solução completa em minutos, a entrega do produto final deixa de ser uma medida válida de conhecimento. Consequentemente, a IA força uma mudança radical na avaliação, do produto para o processo, exigindo métodos como exames orais e defesas de código (*code walkthroughs*) para verificar a compreensão genuína.

3.2 Aprendizagem Superficial vs. Aprofundamento Cognitivo:

Diante dessa disrupção, emerge a tensão central deste trabalho: a IA favorece a *aprendizagem superficial* ou o *aprofundamento cognitivo*? A aprendizagem superficial, neste contexto, caracteriza-se pelo foco na conclusão de tarefas com o mínimo de esforço, recorrendo à memorização e reprodução. A literatura adverte que métodos de ensino inadequados podem resultar em uma "compreensão superficial" por parte dos alunos (DOMINGUES; RASTEIRO, 2024). Em oposição, o aprofundamento cognitivo é um processo alinhado aos níveis superiores da Taxonomia de Bloom (Figura 1), um modelo que enfatiza habilidades de *pensamento de ordem superior* (como analisar, avaliar e criar) em detrimento da simples memorização (ELIM, 2024; GONSALVES, 2024; HMOUD; ALI, 2024; ZHOU; ZHANG, 2024)."

Figura 1 – Níveis da Taxonomia de Bloom Revisada



Fonte: Moraes (2019).

A transição entre esses modos é mediada pelo que Beale (2025) descreve como o "esforço útil" (useful struggle), um processo cognitivo desafiador que o autor considera essencial para a aprendizagem experiencial. A principal preocupação é que a IA, ao oferecer soluções imediatas, incentive um "descanso cognitivo" (cognitive offloading) (GONSALVES, 2024), levando a uma "dependência cognitiva" (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025) que compromete a compreensão profunda (NG; CHAN; LO, 2025; WALTER, 2024).

3.3 A Taxonomia de Bloom Revisitada pela IA Generativa:

A Taxonomia de Bloom é um modelo hierárquico, classicamente representado por uma pirâmide, que estrutura os objetivos educacionais em níveis crescentes de complexidade cognitiva: Lembrar, Entender, Aplicar, Analisar, Avaliar e Criar. A IA Generativa reconfigura essa hierarquia, automatizando tarefas na base e atuando como assistente no topo.

Nos níveis inferiores da taxonomia de Bloom, como Lembrar e Entender (ELIM, 2024), a IA demonstra grande potencial ao reduzir a necessidade de memorizar sintaxe. Isso permite que os alunos se concentrem em desafios conceituais, como a lógica de programação e a resolução de problemas (BEALE, 2025; PESOVSKI; VORKEL; TRAJKOVIK, 2024; SÖYLEMEZ, 2024).

A literatura sugere tratar a IA como um ponto de partida (BEALE, 2025; GONSALVES, 2024; SILVA et al., 2024). Essa abordagem exige um olhar crítico (SÖYLEMEZ, 2024) do aluno, compelindo-o a avaliar a saída da ferramenta e, assim, exercitando o pensamento crítico (BEALE, 2025; GONSALVES, 2024).

Uma consequência transformadora da IA é o surgimento de novas competências. Estas variam desde habilidades técnicas, como a engenharia de prompts (BEALE, 2025; GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025; WALTER, 2024), até capacidades metacognitivas mais complexas, como a "melioration" – a aptidão para selecionar e integrar ferramentas de forma estratégica (GONSALVES, 2024).

4 A POTENCIALIZAÇÃO COGNITIVA PELA IA GENERATIVA

Uma corrente robusta da literatura acadêmica foca nos potenciais benefícios da Inteligência Artificial (IA) Generativa. Sob esta perspectiva, a tecnologia é apresentada como um catalisador para o sucesso acadêmico, capaz de otimizar o desempenho, fortalecer competências de alta ordem e construir a segurança psicológica do aprendiz.

4.1. Melhoria de Desempenho e Eficiência Acadêmica:

Um dos argumentos mais fortes a favor da IA Generativa reside em seus benefícios tangíveis no desempenho estudantil. A literatura apresenta um forte consenso sobre como a tecnologia acelera o processo de aprendizagem. Estudos demonstram que o tempo de resolução de tarefas pode ser reduzido significativamente, chegando a "menos da metade do tempo" em alguns experimentos (SILVA et al., 2024). Além disso, há uma correlação positiva entre o uso de IA e a obtenção de notas mais altas (KHAN; MANZOOR; KHATOON, 2025; BEALE, 2025; SILVA et al., 2024). Contudo, é pertinente questionar se notas mais altas, por si sós, são um indicador fidedigno de aprofundamento cognitivo, ou se apenas refletem a capacidade do aluno em gerar produtos finais corretos com o auxílio da ferramenta, uma questão que será explorada no Capítulo 4.

4.2. Desenvolvimento de Competências de Ordem Superior:

Contrariando a visão de que a IA promove a passividade, diversos estudos argumentam que sua integração estratégica pode elevar o nível do desafio cognitivo. Ferramentas de IA, como assistentes de código, permitem que os alunos "se concentrem mais na compreensão dos algoritmos subjacentes e menos na memorização da sintaxe"¹ (BEALE, 2025), mudando o foco dos detalhes técnicos para os desafios conceituais (SÖYLEMEZ, 2024). A literatura enfatiza que o código gerado por IA é um "ponto de partida, e não um produto final"² (BEALE, 2025). Portanto, o aluno deve aplicar habilidades de pensamento de ordem superior, como "Avaliar" e "Analisar" da Taxonomia de Bloom, para avaliar criticamente o conteúdo gerado (GONSALVES, 2024; JAIN; SAMUEL, 2025; ELIM, 2024).

¹ No original: "...focus more on understanding the underlying algorithms and less on memorizing syntax" (BEALE, 2025). Tradução nossa.

² No original: "...AI-generated code is a starting point rather than a final product" (BEALE, 2025). Tradução nossa.

4.3. Fortalecimento da Motivação e da Autoeficácia:

Para além dos ganhos cognitivos, o impacto da IA estende-se ao domínio afetivo do aluno. A introdução dessas ferramentas demonstrou ser um poderoso motor para o engajamento (SILVA et al., 2024; KAMALOV; SANTANDREU CALONGE; GURRIB, 2023), com uma pesquisa revelando que mais de 80% dos estudantes (somando "Concordo" e "Concordo Fortemente") se sentem mais motivados com o uso de ferramentas de IA (KHAN; MANZOOR; KHATOON, 2025). A IA atua como um sistema de tutoria que oferece um "ambiente livre de julgamentos" (YEYATI, [S.d.]), cuja natureza "não-julgadora"³ reduz o medo do fracasso e a ansiedade (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025), ao mesmo tempo em que promove a autoeficácia (SILVA et al., 2024).

Em suma, a perspectiva que foca nos benefícios da IA desenha um cenário onde a tecnologia atua como uma poderosa aliada, otimizando o desempenho, fortalecendo competências de alta ordem e construindo a segurança psicológica do aprendiz. Contudo, esta visão não é um consenso. Uma corrente igualmente robusta na literatura adverte para os riscos inerentes a essa mesma tecnologia, que vão desde a promoção de uma aprendizagem superficial até ameaças diretas às competências fundamentais, como será analisado no capítulo seguinte.

³ No original: "The non-judgmental nature of AI support encourages experimentation and reduces fear of failure..." (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025). Tradução nossa.

5 A PERSPECTIVA CAUTELOSA: RISCOS DE SUPERFICIALIDADE E DEPENDÊNCIA

Em contraponto direto à visão anterior, uma expressiva corrente na literatura acadêmica adverte para os riscos de que a onipresença da IA Generativa possa fomentar uma aprendizagem superficial e uma perigosa dependência. A preocupação central é que, em vez de atuar como um andaime para o conhecimento, a IA se torne uma "muleta" que atrofia as capacidades de pensamento autônomo.

5.1 O Risco da Aprendizagem Superficial e do "Efeito Muleta":

O "efeito muleta" (*crutch effect*), conceito conhecido na literatura de tecnologia educacional, descreve a forte dependência que os alunos podem desenvolver em relação à IA, prejudicando a retenção de habilidades. Essa apreensão é validada empiricamente. Um estudo de Bastani et al. (2024) demonstrou que, embora a IA tenha impulsionado o desempenho de curto prazo, os alunos que se tornaram dependentes e depois perderam o acesso à ferramenta tiveram um desempenho inferior àqueles que nunca a utilizaram, sugerindo um "efeito muleta" (apud YEYATI, 2025). Nesse sentido, a capacidade da IA de fornecer respostas instantâneas pode incentivar os alunos a contornar a "luta útil" (*useful struggle*) essencial à aprendizagem (BEALE, 2025), resultando em uma compreensão superficial ou no "criar sem compreender" (PESOVSKI; VORKEL; TRAJKOVIK, 2024; REIHANIAN et al., 2025; SILVA et al., 2024b; WALTER, 2024)."

5.2 Desafios à Integridade Acadêmica e aos Modelos de Avaliação:

A dificuldade de detecção do plágio por IA, ou "AI-giarism" (HUANG et al., 2025), é uma preocupação central, pois as ferramentas tradicionais não são adequadas para esse fim (BITTLE; EL-GAYAR, 2025; KAMALOV; SANTANDREU CALONGE; GURRIB, 2023). A baixa performance dos detectores (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025; MANORAT; TUAROB; PONGPAICHET, 2025) compromete a integridade das avaliações e a autenticidade do trabalho do aluno (JAIN; SAMUEL, 2025; REIHANIAN et al., 2025). Em resposta, a literatura propõe uma mudança da avaliação focada no produto para uma focada no processo (JAIN; SAMUEL, 2025). São sugeridos métodos alternativos menos suscetíveis à IA, como exames orais, defesas de código (*code walkthroughs*) e submissões iterativas de projetos (BEALE, 2025; BITTLE; EL-GAYAR, 2025).

5.3 A Ameaça ao Desenvolvimento de Competências Fundamentais:

A perspectiva cautelosa aponta ainda para a erosão de competências que são a base da proficiência em programação. quando os alunos podem simplesmente pedir a solução à IA, isso pode "impedir o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e depuração" (BEALE, 2025)⁴. Adicionalmente, existe o risco de que os alunos internalizem más práticas, já que o código gerado pela IA pode conter erros conceituais, lógicos ou vulnerabilidades de segurança (GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025; SILVA et al., 2024a). Essa é uma preocupação particular para alunos novatos, que podem não ter o conhecimento necessário para avaliar criticamente as respostas da IA (REIHANIAN et al., 2025; SILVA et al., 2024b). O fenômeno do "*vibe coding*", onde a programação se torna uma conversa abstrata com a IA, pode agravar esse risco, levando à implementação de código funcional, mas não compreendido e potencialmente inseguro. Por fim, a dependência excessiva (*over-reliance*) da IA para obter respostas rápidas é vista como um risco que pode suprimir, diminuir ou enfraquecer o pensamento crítico e analítico dos alunos (BEALE, 2025; CLASSEN, 2024; GAITANTZI; KAZANIDIS, 2025; NG; CHAN; LO, 2025; WALTER, 2024).. Embora a literatura analisada não apresente estudos neurocientíficos com ressonância magnética, os dados comportamentais, como o "efeito muleta", corroboram a tese de que a dependência pode levar a uma atrofia de habilidades cognitivas no domínio da programação.

5.4 Implicações Éticas Ampliadas

A discussão ética sobre a IA na educação transcende a questão do plágio, englobando desafios sistêmicos. Um dos principais riscos é o **viés algorítmico**, pois os modelos podem replicar preconceitos, perpetuando estereótipos. Outra preocupação central é a **privacidade e segurança dos dados dos alunos**, cuja coleta massiva por plataformas de IA levanta questões sobre consentimento e vulnerabilidade a ciberataques. Finalmente, a natureza co-criativa do trabalho entre alunos e IA gera uma zona cinzenta em relação à **propriedade intelectual**, tornando incerta a linha entre inspiração e violação de direitos autorais.

Em suma, a visão que foca nos riscos conclui que o uso indiscriminado da IA Generativa representa um perigo real para a formação de profissionais competentes. Diante de duas perspectivas tão opostas, a questão que emerge não é qual delas está "correta", mas sob quais

⁴ No original: "...hindering the development of critical thinking and debugging abilities." (BEALE, 2025). Tradução nossa.

condições cada uma se manifesta. A superação dessa dicotomia exige uma análise sintética que coloque a pedagogia no centro da equação, como será explorado no capítulo final.

6 ANÁLISE CRÍTICA: EM BUSCA DE UMA SÍNTESE DIALÉTICA

A análise dos capítulos anteriores revela uma tensão fundamental: a IA Generativa é apresentada tanto como uma ferramenta de potencialização quanto como um catalisador para a superficialidade. Esta análise argumenta que a resolução desta dicotomia não reside nas propriedades da tecnologia, mas na **mediação pedagógica**. O impacto da IA não é determinístico; é uma variável dependente da intencionalidade do educador e do desenho do ambiente de aprendizagem.

6.1 O Papel do Educador como Curador e Mediador Cognitivo:

Na era da IA, o papel do educador sofre uma transformação profunda, de transmissor de conteúdo para curador de conhecimento, designer de experiências e mediador cognitivo.

A principal nova responsabilidade é o fomento da "**Literacia em IA**". Frente ao "efeito muleta" (*crutch*) (SAH et al., 2025), a principal contramedida é ensinar que a IA deve ser usada como um "ponto de partida", e não como um substituto para o pensamento crítico (BEALE, 2025; BRUHIN et al., 2024; DA SILVA et al., 2024). Com a automação da "tarefa de passar informações" (ZAWACKI-RICHTER et al., 2019), o papel do educador se desloca de "entregador de currículo" para o de facilitador, mentor ou arquiteto de experiências de aprendizagem (MULYANI et al., 2025). Parte desse novo papel inclui a concepção de avaliações "resilientes" ao uso superficial da IA (JAIN; SAMUEL, 2025; ZAPHIR et al., 2024).

Contudo, esta transformação não é trivial e enfrenta obstáculos práticos significativos. A literatura aponta para uma considerável **sobrecarga de trabalho** envolvida no redesenho de currículos e avaliações. Soma-se a isso a **falta de formação e apoio institucional**, que deixa muitos professores despreparados. Finalmente, existem **resistências culturais e pedagógicas**, com alguns docentes expressando medo ou complacência com métodos tradicionais.

6.2 Framework Propositivo: Níveis de Integração Pedagógica da IA

A mera listagem de estratégias é insuficiente. Para oferecer uma contribuição original, esta análise propõe um framework conceitual que organiza as práticas pedagógicas em níveis de maturidade, calibrado de acordo com a principal variável moderadora: o nível de expertise do aluno.

A literatura diferencia claramente o impacto da IA em alunos iniciantes versus avançados. O risco do "efeito muleta" é significativamente maior para novatos. Em contraste, alunos com maior domínio conceitual são mais capazes de usar a IA de forma estratégica. Com base nessa distinção, uma abordagem pedagógica eficaz poderia ser escalonada em três níveis:

1. **Adoção Segura (Nível Novato):** Focada em mitigar riscos e evitar a dependência, especialmente nos níveis cognitivos de Lembrar e Entender.
2. **Colaboração Crítica (Nível Intermediário):** Focada em desenvolver a literacia em IA, usando a ferramenta como assistente nos níveis de Aplicar e Analisar.
3. **Inovação Assistida (Nível Avançado):** Focada em potencializar a criatividade e o julgamento nos níveis de Avaliar e Criar.

Para operacionalizar este framework, o educador deve redesenhar as tarefas para que sejam "resilientes à IA", movendo o foco de avaliação do "produto" (que a IA pode gerar) para o "processo" (que o aluno deve executar e defender). A seguir, detalha-se como essa adaptação funciona em cada nível da Taxonomia de Bloom.

Nível 1: Lembrar (Adoção Segura)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA uma lista de fatos ou definições (ex: "Liste os 10 principais biomas brasileiros") e a copia. A cognição é totalmente terceirizada, e a retenção de informação é nula, caracterizando o "descanso cognitivo".
- **Estratégia Pedagógica: "Personal Trainer da Memória".** A IA é usada para gerar ativamente materiais de estudo personalizados. O foco muda do *produto* (a lista) para o *processo* (o estudo).
- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Use a IA para *criar 12 flashcards* sobre os biomas brasileiros. A avaliação será um *quiz em sala, sem consulta*, na próxima aula."
- **Ferramentas Recomendadas:** ChatGPT, Gemini (para gerar os pares de pergunta/resposta), Quizlet, Anki AI.
- **Por que Funciona:** A avaliação (o quiz) não pode ser resolvida pela IA. Isso força o aluno a usar a ferramenta de forma estratégica (para criar os flashcards) e, em seguida, a realizar o "esforço útil" de memorização para se preparar para o quiz.

Nível 2: Entender (Adoção Segura)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA um resumo de um texto complexo (ex: "Resuma o capítulo sobre a 1ª Guerra Mundial"). A IA faz todo o processo de interpretação, resultando em uma "compreensão superficial".
- **Estratégia Pedagógica: "Tradutor de Complexidade".** A IA é usada para obter analogias, metáforas e explicações de um mesmo conceito sob diferentes perspectivas, aprofundando a compreensão pessoal.

- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Peça à IA: 'Explique o Tratado de Versalhes usando uma *analogia* de briga de vizinhos'. Em seguida, usando essa analogia como base, escreva *com suas próprias palavras* por que o Tratado é considerado uma das causas da 2ª Guerra Mundial."
- **Ferramentas Recomendadas:** Socratic by Google, ChatGPT, Claude.
- **Por que Funciona:** A IA não fornece a resposta final, mas sim um "andaime cognitivo". O aluno é forçado a processar a analogia e *construir o significado* para aplicá-la na resposta dissertativa.

Nível 3: Aplicar (Colaboração Crítica)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA a solução completa de um problema prático (ex: "Escreva um código em Python que calcule o IMC"). Isso é o "efeito mula" em sua forma clássica, onde o aluno "cria sem compreender".
- **Estratégia Pedagógica: "Ambiente de Simulação Seguro".** A IA atua como um *tutor socrático* ou um ambiente de prática guiada onde o aluno pode aplicar teoria, cometer erros e receber feedback guiado sem consequências.
- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Tente escrever a função do IMC. Ao encontrar um erro, cole seu código na IA e peça: 'Analise meu código, identifique o erro e me dê uma *dica* sobre qual conceito preciso revisar'. Você deve entregar o código final + um 'diário de depuração' explicando os erros que encontrou."
- **Ferramentas Recomendadas:** GitHub Copilot, Replit AI, Cursor, Tutores Inteligentes.
- **Por que Funciona:** Esta abordagem foca na depuração, uma competência fundamental ameaçada pela IA. O professor avalia o *processo* de resolução de problemas, e não apenas a funcionalidade do código final.

Nível 4: Analisar (Colaboração Crítica)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA uma análise comparativa completa (ex: "Compare React vs. Vue.js") e copia a tabela de prós e contras, terceirizando todo o trabalho analítico.
- **Estratégia Pedagógica: "Organizador de Dados".** A IA é usada para extrair, estruturar e minerar informações de fontes diversas, permitindo que o aluno foque na *interpretação*, comparação e identificação de padrões.
- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Faça o upload de 5 artigos sobre o tema em uma IA. Peça a ela para 'extrair as principais metodologias de pesquisa usadas' e 'listar os pontos de contradição entre os autores'. Com base *nesses dados brutos*, escreva sua análise."
- **Ferramentas Recomendadas:** NotebookLM (para analisar fontes carregadas), Claude (grande janela de contexto para PDFs), Elicit, Semantic Scholar.

- **Por que Funciona:** A IA atua como um assistente de pesquisa que processa grande volume de dados. O aluno é poupado do trabalho braçal, mas é forçado a realizar a cognição de alta ordem (Analisar) ao interpretar os padrões que a IA identificou.

Nível 5: Avaliar (Inovação Assistida)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA um julgamento pronto (ex: "O uso de agrotóxicos é justificável?") e usa o ensaio gerado sem ter formado um julgamento crítico próprio.
- **Estratégia Pedagógica: "Simulador de Debate Cético".** A IA é usada para atuar como um "advogado do diabo" ou *sparring partner*, identificando fraquezas e contra-argumentos para forçar o aluno a fortalecer seu próprio julgamento.
- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Formule sua tese sobre o uso de agrotóxicos. Em seguida, use a IA com o prompt: 'Atue como um ecologista e me dê os 3 *contra-argumentos* mais fortes para minha tese'. Seu ensaio final deve, obrigatoriamente, *antecipar e refutar* esses 3 pontos."
- **Ferramentas Recomendadas:** ChatGPT ou Claude (em modo de *role-playing*), Custom GPTs (configurados como "Debatedor Crítico").
- **Por que Funciona:** A IA não fornece a avaliação; ela *desafia* a avaliação do aluno. Isso promove o pensamento crítico e força o aluno a defender sua posição contra uma oposição estruturada, resultando em um argumento muito mais robusto.

Nível 6: Criar (Inovação Assistida)

- **Risco (Uso Inadequado):** O aluno solicita à IA a criação de um projeto inteiro (ex: "Crie um app de blog em Flask"). A autoria é 100% da IA, e o aluno não desenvolve nenhuma habilidade de design ou síntese.
- **Estratégia Pedagógica: "Parceiro de Ideação".** A IA é usada para *brainstorming*, superar bloqueios criativos e prototipar rapidamente, mas o aluno atua como o *arquiteto*, responsável pela visão, curadoria e integração.
- **Tarefa Adaptada (Exemplo):** "Use a IA para gerar o código *básico* de um blog. Sua tarefa não é entregar isso. Sua tarefa é *criar uma feature inovadora* para ele (ex: 'um botão que resume o post em 3 estilos'). Você deve entregar o projeto + um 'Apêndice de Processo Criativo' mostrando os prompts que usou e justificando suas decisões de design."
- **Ferramentas Recomendadas:** GitHub Copilot (assistência de código) , Midjourney/DALL-E (prototipagem visual), ChatGPT (brainstorming de ideias).
- **Por que Funciona:** O foco da avaliação muda da *replicação* (que a IA automatiza) para a *inovação*. O professor avalia a originalidade e a qualidade da integração, que são habilidades de criação autênticas e não automatizáveis.

6.3 Desafios de Implementação e Contextualização

A implementação de um framework como o proposto não é isenta de desafios. O principal obstáculo prático é a gestão de **turmas heterogêneas**, onde alunos em diferentes níveis de expertise coexistem, exigindo do professor a capacidade de diferenciar as tarefas e o nível de permissividade no uso da IA. Além disso, a efetividade do modelo depende de **recursos institucionais** significativos, incluindo investimento em formação docente contínua, tempo alocado para o planejamento e redesenho curricular, e a garantia de infraestrutura tecnológica adequada para todos. A aplicação deste framework na **realidade do ensino no Brasil**, e especificamente em instituições como o IFAP, requer uma adaptação que considere as desigualdades de acesso digital e as particularidades culturais e pedagógicas locais, temas que, por si só, merecem aprofundamento em pesquisas futuras.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso propôs-se a analisar criticamente a dicotomia central que permeia a integração da Inteligência Artificial Generativa no ensino de programação: a tensão entre o aprofundamento cognitivo e a aprendizagem superficial. A partir de uma revisão sistemática da literatura recente, foram exploradas as duas principais correntes de pensamento, mapeando tanto os benefícios quanto os riscos associados a essa tecnologia disruptiva.

A análise confirmou que não há uma resposta simplista para a questão de pesquisa. A IA Generativa não é, inerentemente, nem uma panaceia nem uma ameaça inevitável; seu impacto é profundamente contextual e mediado. Embora a literatura demonstre que a IA pode, de fato, melhorar o desempenho e a motivação dos alunos, os riscos do "efeito muleta" e os desafios à integridade acadêmica são igualmente reais e não podem ser ignorados.

A principal contribuição deste estudo, desenvolvida no Capítulo 4, foi a superação dessa aparente contradição através de uma síntese dialética. Argumentou-se que o fator determinante do impacto da IA é a **intencionalidade pedagógica**. A tecnologia atua como um espelho que amplifica a abordagem do educador. Para dar concretude a essa tese, foi proposto um framework original de integração da IA em três níveis (Adoção Segura, Colaboração Crítica e Inovação Assistida), que calibra o uso da ferramenta de acordo com o nível de expertise do aluno e o objetivo de aprendizagem.

As implicações práticas deste estudo são diretas: para educadores, sugere-se uma mudança de papel, de transmissores de conteúdo para mediadores cognitivos e arquitetos de experiências de aprendizagem. Para instituições como o IFAP, recomenda-se o investimento urgente em formação docente, a criação de políticas institucionais claras sobre o uso ético da IA e a promoção de um debate contínuo sobre a adaptação dos currículos para a nova realidade do mercado de trabalho.

Este trabalho, no entanto, possui limitações. Por ser uma revisão de literatura, a análise é teórica e não inclui uma validação empírica do framework proposto. Além disso, a discussão não se aprofundou nas especificidades do contexto educacional brasileiro ou em estudos longitudinais que meçam o impacto da IA a longo prazo na carreira dos egressos.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos de caso e projetos piloto para testar e refinar o framework proposto em turmas reais de programação. Pesquisas que investiguem a perspectiva dos empregadores sobre as competências valorizadas em programadores que dominam a colaboração humano-IA também seriam de grande valia, bem como estudos que analisem o impacto da IA sob a ótica da equidade e do acesso no contexto socioeconômico brasileiro.

Em última análise, este trabalho conclui que o debate não deve ser sobre *se* devemos usar a IA na educação, mas *como*. Com uma abordagem crítica, estruturada e focada no desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico do aluno, a IA Generativa pode se tornar uma ferramenta de potencialização sem precedentes. Sem essa mediação, corre-se o risco real de fomentar uma dependência que compromete o próprio cerne da formação intelectual.

REFERÊNCIAS

- BEALE, Russell. Computer Science Education in the Age of Generative AI. **arXiv**, 2 jul. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2507.02183>. Acesso em: 30 set. 2025.
- BITTLE, Kyle; EL-GAYAR, Omar. Generative AI and Academic Integrity in Higher Education: A Systematic Review and Research Agenda. **Information**, v. 16, n. 4, p. 296, 8 abr. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/16/4/296>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- BRUHIN, Olivia et al. **The Rise of Generative AI in Low Code Development Platforms – An Analysis and Future Directions**. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377183850_The_Rise_of_Generative_AI_in_Low_Code_Development_Platforms_-_An_Analysis_and_Future_Directions. Acesso em: 30 set. 2025.
- CLASSEN, Albrecht. AI as an Indicator of the Current Paradigm Shift in Upper-Level Education: Problems and Responses. **Current Research Journal of Social Sciences and Humanities**, v. 8, n. 1, p. 10–14, 30 jan. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12944/CRJSSH.8.1.01>. Acesso em: 30 set. 2025.
- DA SILVA, Teresinha Letícia et al. Inteligência artificial generativa no ensino de programação: um mapeamento sistemático da literatura. **RENOTE**, v. 22, n. 1, p. 262–272, 31 jul. 2024. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/141553>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- DA SILVA, Teresinha Letícia et al. Potencialidades do uso de Inteligência Artificial Generativa como apoio ao Ensino de Programação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 35., 2024, Brasil. **Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2024)**. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31369>. Acesso em: 30 set. 2025. 2024b.
- DOMINGUES, Ines; RASTEIRO, Deolinda Maria Lopes Dias. A Paradigm Shift in Teaching Machine Learning to Sustainable City Management Master Students. In: ICETC 2024: 2024 THE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION TECHNOLOGY AND COMPUTERS, 2024, Porto. **Proceedings of the 2024 16th International Conference on Education Technology and Computers**. Porto: ACM, 18 set. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3702163.3702448>. Acesso em: 30 set. 2025.
- ELIM, Emily Hui Sein Yue. Promoting cognitive skills in AI-supported learning environments: the integration of bloom’s taxonomy. **Education 3-13**, p. 1–11, abr. 2024. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03004279.2024.2332469>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- GAITANTZI, Alkmini; KAZANIDIS, Ioannis. The Role of Artificial Intelligence in Computer Science Education: A Systematic Review with a Focus on Database Instruction. **Applied Sciences**, v. 15, n. 7, p. 3960, 3 abr. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/7/3960>. Acesso em: 01 nov. 2025.

GONSALVES, Chahna. Generative AI's Impact on Critical Thinking: Revisiting Bloom's Taxonomy. **Journal of Marketing Education**, p. 02734753241305980, 23 dez. 2024.

Disponível em:

https://services.nwu.ac.za/sites/services.nwu.ac.za/files/files/ai/resources/generative_ai_critical-thinking.pdf. Acesso em: 01 nov. 2025.

HMOUD, Mohammad; ALI, Shaqour. AIED Bloom's Taxonomy: A Proposed Model for Enhancing Educational Efficiency and Effectiveness in the Artificial Intelligence Era. **The International Journal of Technologies in Learning**, v. 31, n. 2, p. 111–128, 2024.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/380138948_AIED_Bloom's_Taxonomy_A_Proposed_Model_for_Enhancing_Educational_Efficiency_and_Effectiveness_in_the_Artificial_Intelligence_Era. Acesso em: 01 nov. 2025.

HUANG, Dongpeng et al. Academic cheating with generative AI: Exploring a moral extension of the theory of planned behavior. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 8, p. 100424, jun. 2025. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X25000645>. Acesso em: 01 nov. 2025.

JACKSON, Victoria; LIU, Susannah; VAN DER HOEK, Andre. Using Generative AI in Software Design Education: An Experience Report. **arXiv**, 26 jun. 2025. Disponível em:

<https://arxiv.org/abs/2506.21703>. Acesso em: 30 set. 2025

JAIN, Jasmine; SAMUEL, Moses. Bloom Meets Gen AI: Reconceptualising Bloom's Taxonomy in the Era of Co-piloted Learning. **Social Sciences**, 3 jan. 2025. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2076-0760/14/1/15>. Acesso em: 30 set. 2025.

KAMALOV, Firuz; SANTANDREU CALONGE, David; GURRIB, Ikhlaas. New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution.

Sustainability, v. 15, n. 16, p. 12451, 16 ago. 2023. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/16/12451>. Acesso em: 01 nov. 2025.

KHAN, Tayyba; MANZOOR, Saima; KHATOON, Hafiza Zainab. Artificial Intelligence Based Learning and Its Effect on Academic Performance: A Survey of the University of Sargodha. **Journal of Political Stability Archive**, v. 3, n. 3, p. 478–492, 5 ago. 2025.

Disponível em: <https://journalpsa.com.pk/index.php/JPSA/article/view/228>. Acesso em: 01 nov. 2025.

MANORAT, Pisut; TUAROB, Suppawong; PONGPAICHET, Siripen. Artificial intelligence in computer programming education: A systematic literature review. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 8, p. 100403, jun. 2025. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X25000438>. Acesso em: 01 nov. 2025.

MORAES, Rafael. **Comece a entender a Taxonomia de Bloom e sua importância para os processos de ensino-aprendizagem**. Medium, 5 ago. 2019. Disponível em:

<https://moraesrafael.medium.com/comece-a-entender-a-taxonomia-de-bloom-e-sua-importancia-para-os-processos-de-ensino-aprendizagem-d6582cff94cd>. Acesso em: 13 nov. 2025.

MULYANI, Heni et al. Transforming education: exploring the influence of generative AI on teaching performance. **Cogent Education**, v. 12, n. 1, p. 2448066, 31 dez. 2025. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2024.2448066>. Acesso em: 01 nov. 2025.

NG, Davy Tsz Kit; CHAN, Eagle Kai Chi; LO, Chung Kwan. Opportunities, challenges and school strategies for integrating generative AI in education. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 8, p. 100373, jun. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2500013X>. Acesso em: 01 nov. 2025.

PESOVSKI, Ivica; VORKEL, Daniela; TRAJKOVIK, Vladimir. AI-Powered Education: Rethinking the Way Programming is Taught Using AI Tools and Reversed Bloom's Taxonomy. In: 2024 21ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY BASED HIGHER EDUCATION AND TRAINING (ITHET), 2024, Paris. **2024 21st International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)**. Paris, France: IEEE, 6 nov. 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10703816/>. Acesso em: 30 set. 2025.

REIHANIAN, Iman et al. A Review of Generative AI in Computer Science Education: Challenges and Opportunities in Accuracy, Authenticity, and Assessment. **arXiv**, 17 jun. 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2507.11543>. Acesso em: 30 set. 2025.

SAH, Rajdeep et al. Generative AI in higher education: student and faculty perspectives on use, ethics, and impact. **Issues in Information Systems**, v. 26, n. 2, 2025. Disponível em: https://iacis.org/iis/2025/2_iis_2025_373-386.pdf. Acesso em: 30 set. 2025.

SÖYLEMEZ, Ilke. **Accelerating Low Code Automation Development with Generative Artificial Intelligence**. 2024. Disponível em: <https://osuva.uwasa.fi/items/accfe020-6ccd-4e9a-b0e8-430aa2b3b17b>. Acesso em: 30 set. 2025.

WALTER, Yoshija. Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 21, n. 1, p. 15, 26 fev. 2024. Disponível em: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-024-00448-3>. Acesso em: 01 nov. 2025.

YEYATI, Levy. **Generative AI in Education: A Framework for Leveraging Digital Tools in Latin American Classrooms**. 2025. Disponível em: <https://repositorio.utdt.edu/server/api/core/bitstreams/513ec536-8159-4d91-97a4-49e256db6599/content>. Acesso em: 10 nov. 2025.

ZAPHIR, Luke et al. How critically can an AI think? A framework for evaluating the quality of thinking of generative artificial intelligence. **arXiv**, 20 jun. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2406.14769>. Acesso em: 30 set. 2025.

ZAWACKI-RICHTER, Olaf et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, n. 1, p. 39, dez. 2019. Disponível em:

<https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0171-0>. Acesso em: 01 nov. 2025.

ZHONG, Ruojun; ZHAO, Yong. Education Paradigm Shifts in the Age of AI: A Spatiotemporal Analysis of Learning. **ECNU Review of Education**, v. 8, n. 2, p. 319–342, jun. 2025. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/20965311251315204>. Acesso em: 01 nov. 2025.

ZHOU, Chunfang; ZHANG, Wei. Computational Thinking (CT) towards Creative Action: Developing a Project-Based Instructional Taxonomy (PBIT) in AI Education. **Education Sciences**, v. 14, n. 2, p. 134, 29 jan. 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/2/134>. Acesso em: 01 nov. 2025.