UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA
DO MARANHÃO- UEMASUL
PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
CAMINHOS DO SERTÃO
CURSO DE MATEMÁTICA LICENCIATURA

Kayque Lima Oliveira

Matemática e Inteligência Artificial:
Contribuições e desafios para o ensino e a aprendizagem na Educação Básica.

Itinga
2026

KAYQUE LIMA OLIVEIRA

Matemática e Inteligência Artificial:
Contribuições e desafios para o ensino e a aprendizagem na Educação Básica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática Licenciatura, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, como requisito para obtenção de título de Licenciado em Matemática.

Orientador(a): DR. ELIEL CONSTANTINO DA SILVA

Itinga

2026

Ficha Catalográfica

A ficha catalográfica é elaborada pela bibliotecária após a conclusão de todas as etapas: elaboração, defesa e correção do TCC.

Oliveira, Kayque Lima

Matemática e inteligência artificial: contribuições e desafios para o ensino e a aprendizagem na educação básica. / Kayque Lima Oliveira. – Itinga do Maranhão, MA, 2026.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2026.

1. Educação matemática. 2. Teoria histórico-cultural. 3. Análise dialética. I. Título.

Ficha elaborada pela Bibliotecária: **Clemilda Izaias Santos CRB – 13/626**

KAYQUE LIMA OLIVEIRA

Matemática e Inteligência Artificial:
Contribuições e desafios para o ensino e a aprendizagem na Educação Básica.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Matemática Licenciatura, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), do Programa de Formação de Professores Caminhos do Sertão, como requisito para obtenção de título de Licenciado em Matemática.

Orientador(a): DR. ELIEL CONSTANTINO DA SILVA

APROVADO EM: 03/06/2026

BANCA EXAMIDORA

gov.br Documento assinado digitalmente
ELIEL CONSTANTINO DA SILVA
Data: 14/06/2026 15:41:33-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

DR. ELIEL CONSTANTINO DA SILVA

gov.br Documento assinado digitalmente
ELISIANE SPENCER QUEVEDO GOETHEL
Data: 15/06/2026 13:07:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

MA. ELISIANE SPENCER QUEVEDO GOETHEL

gov.br Documento assinado digitalmente
MURILO BARROS ALVES
Data: 15/06/2026 14:25:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

DR. MURILO BARROS ALVES

Dedico este trabalho, com amor e gratidão, à minha família. Vocês foram o alicerce em cada etapa, oferecendo apoio, carinho e estímulo que renovaram minhas forças nos momentos de incerteza. Sem o suporte de vocês aos meus sonhos, não alcançaria essa vitória.

Aos amigos da graduação — Carlos Eduardo, Mateus, Rafael, Elias, Daniela e Rayssa — e a todos os colegas de turma destes quatro anos, agradeço pelas trocas de conhecimento, pelas discussões enriquecedoras e pela leveza nos dias exaustivos. Vocês transformaram a sala de aula em um espaço de cumplicidade e deram maior significado a este percurso.

AGRADECIMENTOS

Concluir este trabalho não significa só encerrar uma fase acadêmica; é também o fruto de uma trajetória cheia de desafios, aprendizados e do suporte de pessoas essenciais na minha vida. Por isso, quero manifestar minha sincera gratidão a quem, de forma direta ou indireta, ajudou a viabilizar esta pesquisa.

Quero registrar, de forma especial, minha gratidão ao orientador, cuja dedicação, orientação e generosidade intelectual foram determinantes para o desenvolvimento desta pesquisa. Seus ensinamentos, sugestões e reflexões ajudaram bastante no amadurecimento do trabalho e na minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de algum modo, integraram essa trajetória, oferecendo apoio, incentivo e confiança. Cada gesto de encorajamento foi importante para que este trabalho se tornasse realidade.

A todos, meu mais profundo e sincero agradecimento.

RESUMO

Este artigo consiste em um ensaio teórico-crítico que investiga as implicações da Inteligência Artificial (IA) na Educação Matemática sob a ótica da Teoria Histórico-Cultural, Teoria da Atividade e das contribuições de Tikhomirov sobre a computação na Educação. O objetivo é problematizar como a mediação algorítmica, embora prometa eficiência e personalização, pode acarretar o esvaziamento do sentido pessoal do estudo e a alienação do processo educativo. A análise dialética revela que a IA não é uma ferramenta neutra, mas um artefato sociotécnico que reorganiza a atividade psíquica de estudantes e professores. Discute-se a necessidade de um letramento crítico em IA que desvele a base matemática dos algoritmos — como funções e matrizes — para que o sujeito supere a pseudoconcreticidade da tecnologia e a utilize como instrumento de expansão das capacidades humanas. Conclui-se que a educação deve reafirmar a centralidade do humano, garantindo que a tecnologia sirva à formação da consciência e à emancipação intelectual, e não à submissão ao controle algorítmico.

Palavras-chave: Educação Matemática; Teoria Histórico-Cultural; Análise dialética.

ABSTRACT

This article is a theoretical-critical essay that investigates the implications of Artificial Intelligence (AI) in Mathematics Education from the perspective of Historical-Cultural Theory, Activity Theory, and Tikhomirov's contributions on computing in education. The aim is to problematize how algorithmic mediation, while promising efficiency and personalization, can lead to the emptying of the personal meaning of learning and the alienation of the educational process. The dialectical analysis reveals that AI is not a neutral tool, but a socio-technical artifact that reorganizes the psychic activity of students and teachers. The need for critical AI literacy is discussed, one that unveils the mathematical basis of algorithms—such as functions and matrices—so that the individual can overcome the pseudo-concreteness of technology and use it as an instrument for expanding human capabilities. It concludes that education must reaffirm the centrality of the human being, ensuring that technology serves the formation of consciousness and intellectual emancipation, and not submission to algorithmic control.

Keywords: Mathematics Education; Historical-Cultural Theory; Dialectical analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**

2 METODOLOGIA **13**

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES **15**

3.1 A MATEMÁTICA COMO LINGUAGEM DA IA 15

3.2 CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA 20

3.3 MARCOS REGULATÓRIOS E ÉTICOS 23

3.4 DESAFIOS PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA 27

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS **30**

5 REFERÊNCIAS **32**

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) e do Aprendizado de Máquina tem ocasionado alterações nos processos de produção do conhecimento, especialmente no ensino de Matemática. Tecnologias fundamentadas em modelos probabilísticos e estruturas algébricas apresentam-se, muitas vezes, sob uma concepção de neutralidade técnica e eficiência absoluta. No entanto, ela atua como um novo sistema de signos que, ao mesmo tempo que amplia as possibilidades de processamento de informações, impõe uma reorganização da atividade psíquica do estudante e do professor.

À luz da Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), essa mediação não é isenta de riscos. Se, por um lado, a IA promete a personalização do ensino, por outro, ela pode induzir a um processo de alienação pedagógica. Conforme alertam Goethel e Fonseca (2025), a delegação de etapas fundamentais do raciocínio ao algoritmo corre o risco de esvaziar o sentido pessoal da aprendizagem. Quando o estudante interage com a máquina apenas para validar resultados, a atividade de estudo corre o risco de se reduzir a uma operação mecânica, distanciando o sujeito da compreensão da gênese dos conceitos matemáticos e de sua função social.

Mais do que um instrumento técnico, a mediação algorítmica atua influenciando a reorganização do modo de pensar e moldando a relação do estudante com o conhecimento matemático. Embora o discurso hegemônico exalte a personalização algorítmica como o ápice da eficiência educativa, é preciso questionar se tal adaptação de ritmos promove a autonomia ou se apenas isola o estudante em trajetórias preditivas que suprimem o desafio intelectual necessário ao desenvolvimento.

Dessa forma, a presente investigação busca responder: como a mediação algorítmica na Educação Matemática pode ser integrada à atividade de estudo sem que o sentido pessoal da aprendizagem seja alienado pelo processo de automação? O objetivo geral deste ensaio é analisar, sob a ótica da Teoria Histórico-Cultural, as contradições e potencialidades da Inteligência Artificial no ensino de Matemática, propondo o letramento crítico como via para a superação da alienação tecnológica.

À luz da Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), a matemática que sustenta a IA deve ser interpretada como um instrumento cultural que modela a atividade psíquica. Vygotsky (2007) enfatiza o papel dos instrumentos simbólicos na

formação das funções psicológicas superiores, enquanto Leontiev (1978) aponta que o conhecimento adquire sentido somente quando articulado à atividade concreta do sujeito.

Nesse contexto, a utilização acrítica da IA no ensino pode esvaziar o significado pessoal da aprendizagem, reduzindo-a a operações reativas guiadas pela lógica algorítmica (Goethel; Fonseca, 2025). Tal processo aproxima-se da noção de pseudoconcreticidade, na qual relações sociais, históricas e de poder são ocultadas sob a aparência de neutralidade técnica. A consciência, longe de ser um reservatório passivo de dados processados por algoritmos, é o resultado histórico e social da atividade prática do sujeito no mundo. Portanto, a introdução da IA na Educação Matemática deve ser analisada não pelo que a máquina entrega ao estudante, mas pelo que ela permite que o estudante produza enquanto sujeito de sua própria aprendizagem

Assim sendo, o problema central deste ensaio reside no paradoxo de que o risco é a delegação de etapas fundamentais do pensamento à máquina, transformando a atividade de estudo em uma sequência de operações operacionais focadas na validação do algoritmo, e não na compreensão da lógica matemática.

Diante desse cenário, este ensaio propõe uma análise que atravessa os fundamentos técnicos da inteligência artificial, como o pensamento computacional e a lógica algorítmica, para discuti-los com as necessidades éticas e regulatórias da educação contemporânea. O objetivo final é fundamentar um letramento crítico em IA que, em vez de sucumbir ao colonialismo algorítmico, utilize a tecnologia como uma lente poderosa para o fortalecimento da consciência e da autonomia intelectual do estudante de Matemática.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa fundamenta-se no método materialista histórico-dialético (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f; Silva; Javaroni, 2025b), compreendendo que o fenômeno da IA na educação não pode ser isolado de suas determinações históricas, sociais e econômicas. Diferenciando-se de abordagens meramente descritivas, esta investigação adota uma postura crítico-dialética para discutir as contradições entre o avanço técnico-instrumental e a formação humana integral.

A pesquisa configura-se como um ensaio teórico, modalidade que privilegia a exposição lógica, a argumentação rigorosa e o questionamento das verdades estabelecidas pela pseudoconcreticidade do campo tecnológico. Conforme defende Meneghetti (2011), o ensaio não busca respostas definitivas, mas reflexões profundas que orientem o sujeito na compreensão da essência dos objetos.

Para superar a fragmentação do objeto, a análise dos dados e das bibliografias foi estruturada por meio de unidades de análise. Na perspectiva de Vigotski (2014a; 2014b; 2014c; 2014d), a unidade de análise é a menor parte do todo que conserva as propriedades essenciais do fenômeno. Nesta pesquisa, estabeleceram-se três unidades fundamentais:

- A mediação algorítmica como signo: Analisa-se como a matemática da IA (matrizes e funções) atua como um instrumento psicológico que reorganiza a atividade mental, indo além da aparência de instrumentos neutro.
- A discussão entre sentido pessoal e operação automática: Investiga-se a contradição dialética onde a automação de tarefas pode levar ao esvaziamento do sentido do estudo, transformando o estudante em um executor passivo de comandos.
- O letramento crítico como superação da alienação: Examina-se o papel do professor e do estudante na desconstrução da relação entre humanos e tecnologia, visando à emancipação intelectual frente ao colonialismo algorítmico.

A primeira unidade de análise foca na natureza da IA como um instrumento psicológico que se interpõe entre o sujeito e o objeto de conhecimento matemático, promovendo uma reorganização das funções psíquicas superiores. Mais do que uma ferramenta técnica, a IA opera como um sistema de signos — fundamentado em matrizes e funções — que traduz a realidade em modelos probabilísticos, alterando qualitativamente a estrutura do pensamento e da resolução de problemas. Sob a perspectiva de Tikhomirov (1981), investiga-se como essa

mediação não apenas suplementa a memória, mas transforma a própria atividade mental, para evitar que a tecnologia se torne um agente de alienação e aceite passivo de resultados.

A segunda unidade analisa a contradição dialética entre a eficiência da automação e a construção da consciência, centrando-se na distinção leontieviana entre sentido pessoal e significado objetivo. Questiona-se como a delegação de etapas fundamentais do raciocínio matemático ao algoritmo pode esvaziar o motivo intrínseco da aprendizagem, transformando o estudo em uma sucessão de ações operacionais focadas apenas na validação da máquina. O risco reside no surgimento de um movimento, onde o estudante cumpre objetivos externos (obter a resposta correta), mas falha em internalizar o conhecimento de forma profunda, fragmentando a relação entre sua atividade e sua formação integral como sujeito autônomo.

Esta unidade examina o letramento crítico em IA como a síntese necessária para a superação da pseudoconcreticidade e do colonialismo algorítmico na educação. Propõe-se que o domínio da linguagem matemática que sustenta a IA é o que permite ao sujeito deixar de ser um usuário passivo para tornar-se um analista crítico das mediações que moldam sua consciência. Através de uma pedagogia que articula as dimensões técnica, ética e política, o letramento crítico visa garantir que a tecnologia atue como um instrumento cultural que apoia a promoção do pensamento teórico, reafirmando o papel do professor como mediador essencial na condução do estudante rumo à emancipação e à apropriação consciente do patrimônio cultural humano.

O levantamento bibliográfico não foi realizado de forma linear, mas de modo a confrontar teses opostas: a visão da IA como otimizadora de tarefas versus a visão da IA como potencial agente de dívida cognitiva. O corpus documental incluiu obras clássicas da Teoria Histórico-Cultural e produções contemporâneas que discutem a ética e a técnica na era digital.

A análise buscou o movimento lógico-histórico da IA, partindo de sua gênese com Turing até a atualidade das IAs Generativas, confrontando esses avanços com a necessidade de preservação da subjetividade humana. Assim, o método aqui empregado busca não apenas descrever a tecnologia, mas fornecer subsídios para uma práxis pedagógica transformadora na Educação Matemática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 A Matemática como linguagem da IA

A análise da IA sob a perspectiva da primeira unidade de análise revela que sua infraestrutura não é meramente técnica, mas constitui uma linguagem de signos mediadores que traduzem a realidade em modelos probabilísticos. Compreender a matemática da IA — pautada em funções, matrizes e probabilidade — é, portanto, desvelar a gênese do instrumento psicológico que hoje reconfigura a atividade humana.

O Aprendizado de Máquina é uma área da Ciência da Computação que permite a algoritmos e modelos computacionais aprimorarem seu desempenho em tarefas específicas à medida que recebem mais dados. De acordo com Izbicki e Santos (2019), um algoritmo pode ser considerado capaz de aprender quando seu desempenho melhora progressivamente com o aumento da experiência, possibilitando a construção de regras gerais a partir de exemplos observados.

Embora seja comum a comparação entre esse tipo de aprendizagem das máquinas e o aprendizado humano, tal aproximação exige cautela epistemológica, especialmente quando analisada à luz da Teoria Histórico-Cultural. Enquanto a "experiência" das máquinas se restringe ao processamento estatístico de grandes volumes de dados com o objetivo de otimizar resultados previamente definidos, a aprendizagem humana configura-se como um processo qualitativamente distinto. Ela é mediada social e culturalmente, orientada por necessidades, motivações e significados historicamente construídos. Conforme aponta Leontiev (1961), toda ação humana é orientada por necessidades que se manifestam em motivos e atribuem sentido às atividades realizadas, organizando a relação do sujeito com a realidade.

Em contraste com os sistemas de inteligência artificial, que não possuem necessidades biológicas, interesses ou motivos próprios, o ser humano aprende porque está inserido em uma realidade social concreta, na qual suas atividades respondem a demandas culturais, simbólicas e históricas. Por essa razão, a aprendizagem humana não pode ser compreendida como um simples acúmulo de dados ou ajuste de parâmetros, pois envolve o uso de signos, instrumentos, relações sociais e a transformação consciente da realidade. A inteligência artificial, por sua vez, opera exclusivamente a partir de objetivos externos previamente programados, sem a capacidade de atribuir sentido às atividades que executa, ainda que utilize o termo "experiência" em um sentido estritamente técnico e distinto daquele referente à aprendizagem humana.

Os modelos de Aprendizado de Máquina distinguem-se dos programas computacionais tradicionais por não se limitarem à execução de regras rígidas previamente definidas, ajustando

seu funcionamento a partir da análise de grandes volumes de dados. Essa característica tem favorecido aproximações indevidas entre a aprendizagem de máquina e o aprendizado humano, o que reforça a necessidade de cautela teórica. Conforme argumenta Tikhomirov (1981), mas promove uma reorganização qualitativa da atividade cognitiva ao introduzir novas formas de mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Assim, a inteligência artificial deve ser compreendida como um instrumento técnico que transforma as condições externas da atividade intelectual, ampliando determinadas operações cognitivas, sem reproduzir os processos psicológicos próprios do pensamento humano.

As máquinas aprendem a partir de exemplos limitados, produzindo generalizações estatísticas que podem se assemelhar superficialmente à aprendizagem humana, permitindo previsões mesmo em contextos de dados incompletos. Esse processo envolve conceitos fundamentais da Educação Básica, como funções, matrizes e probabilidades. Entretanto, a aparência de neutralidade técnica desses sistemas pode ocultar processos de controle e influência subjacentes às decisões automatizadas. Os algoritmos são orientados por interesses econômicos, políticos e ideológicos que influenciam tanto a seleção dos dados quanto os objetivos perseguidos, naturalizando relações sociais complexas ao reduzi-las a números e estatísticas. Esse movimento pode reforçar desigualdades, vigilância e controle sob a aparência de soluções técnicas eficientes.

As funções matemáticas estão presentes quando o algoritmo aprende a relacionar dados de entrada a resultados de saída, de modo análogo à associação entre variáveis em uma função matemática. Os modelos de aprendizagem de máquina estabelecem relações entre informações fornecidas — como imagens, números ou textos — e respostas esperadas, como classificações, previsões ou decisões, possibilitando a generalização de novos casos a partir de exemplos anteriores.

Dialeticamente, as funções matemáticas na IA operam como o nexo entre a entrada de dados e a predição de resultados, simulando um processo de aprendizado. Contudo, essa relação funcional, quando desprovida de mediação crítica, pode apresentar-se como uma verdade absoluta, ocultando as escolhas de design e os vieses contidos nos dados.

As matrizes, por sua vez, funcionam como a estrutura que organiza a materialidade dos dados (sejam pixels ou textos). Para a máquina, um gato é uma matriz de valores numéricos; para o humano, é um conceito histórico e biológico. A contradição aqui reside no fato de que o modelo lê padrões estatísticos, mas não atribui sentido. O ensino de matrizes na Educação Matemática deve, assim, superar a pseudoconcreticidade da ferramenta, permitindo ao

estudante compreender que a organização desses dados é uma construção humana e social, passível de distorções e intencionalidades

Sob a perspectiva da Teoria Histórico-Cultural, esse tipo de generalização estatística não se equivale à construção de sentido presente nas atividades humanas. Para Leontiev (1978), o significado emerge social e historicamente por meio de ações coletivas mediadas. Em contraste, os modelos de inteligência artificial operam apenas sobre a dimensão formal dos dados, identificando padrões numéricos sem conexão mediada com a realidade social que lhes dá origem. Como destacam Goethel e Fonseca (2025), essa delegação de processos cognitivos ao algoritmo pode gerar uma ilusão de compreensão, enquanto Rodrigueiro et al. (2025) ressaltam que, embora a IA manipule signos, ela não apreende seus significados, pois carece de atividade, motivo e consciência.

A organização dos dados em grandes conjuntos numéricos, estruturados sob a forma de matrizes e tensores, constitui a base formal dos algoritmos de aprendizagem de máquina. Nessa estrutura, a realidade — seja composta por imagens, textos ou sons — é reduzida a representações matemáticas que permitem o processamento em larga escala. Conforme alerta Rodrigueiro et al. (2025), essa manipulação ocorre em um nível estritamente formal e abstrato, sem a apreensão efetiva dos significados ou dos contextos sociais dos dados.

Um exemplo expressivo dessa lógica são os Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs), que não compreendem regras gramaticais no sentido humano, mas inferem probabilidades estatísticas a partir da observação massiva de dados organizados em vetores multidimensionais. Esse funcionamento reforça o que Goethel e Fonseca (2025) denominam "ilusão de compreensão", uma vez que o processamento algorítmico se limita à validação estatística desprovida de intencionalidade consciente.

A probabilidade desempenha papel central na aprendizagem de máquina ao lidar com incertezas e previsões. Os algoritmos não operam com respostas absolutas, mas com estimativas baseadas em dados históricos, permitindo o cálculo de chances, a avaliação de riscos e a escolha de alternativas mais prováveis. Contudo, essa dependência probabilística acarreta o risco do viés estatístico. Ao tratar correlações históricas como dados neutros, a IA tende a normalizar desigualdades presentes nos conjuntos de treinamento, perpetuando injustiças sob a aparência de eficiência técnica (Rodrigueiro et al., 2025).

A lógica da IA é inerentemente probabilística, lidando com margens de erro e previsões em vez de certezas absolutas. Sob a lente da Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), essa característica impõe um desafio à formação da consciência:

o risco de o sujeito delegar sua capacidade de julgamento ao resultado mais provável da máquina.

A análise dialética indica que a probabilidade na IA frequentemente naturaliza desigualdades históricas, apresentando-as como padrões estatísticos. Ao dominar esses conceitos, o estudante de Matemática desenvolve o letramento crítico necessário para questionar a verdade do algoritmo. Ele deixa de ser um usuário passivo e passa a atuar como um analista das mediações, reconhecendo que a inteligência e a responsabilidade final pertencem ao sujeito, e não ao cálculo.

A aplicação de funções, matrizes e probabilidade na inteligência artificial evidencia que a matemática escolar constitui a infraestrutura do poder algorítmico contemporâneo. Todavia, essa aplicação não é neutra. Sob a ótica de Tikhomirov (1981), a mediação computacional reorganiza a atividade psíquica do sujeito, deslocando a investigação intelectual profunda para reações imediatas aos resultados fornecidos pela máquina. Conforme a Teoria da Atividade de Leontiev (1978), quando o estudante delega o esforço lógico ao algoritmo, a atividade de estudo corre o risco de se reduzir a operações técnicas voltadas à validação algorítmica, esvaziando o sentido pessoal da aprendizagem.

Assim, compreender a base matemática do aprendizado de máquina transcende a aplicação técnica e configura-se como um ato de letramento digital e cidadania. Ao dominar esses conceitos, o sujeito deixa de ser um usuário passivo imerso na ilusão de compreensão e passa a atuar como analista crítico das mediações tecnológicas que moldam sua consciência, preservando sua capacidade de questionar e transformar a realidade social.

Essa percepção crítica sobre a infraestrutura matemática da inteligência artificial fundamenta o desenvolvimento do que se convencionou chamar de Pensamento Computacional (PC), visto aqui não apenas como técnica, mas como uma mediação que reorganiza a atividade psíquica do estudante. Ao desvelar a sistematicidade formal que sustenta os algoritmos, a Educação Matemática permite que o sujeito se aproprie de novas formas de estruturação lógica, transcendendo o uso instrumental para atingir o nível do pensamento teórico. Nesse sentido, o PC não se restringe a uma metodologia operacional voltada à divisão de tarefas ou ao uso de dispositivos tecnológicos, constituindo-se como uma estratégia de organização do pensamento que transforma a maneira como o sujeito percebe e atua sobre a realidade (Silva, 2023).

O Pensamento Computacional (PC) não se restringe a uma metodologia operacional voltada à divisão de tarefas ou ao uso de dispositivos tecnológicos, constituindo-se como um potente instrumento psicológico que transforma a maneira como o sujeito percebe e atua sobre

a realidade. Sob a perspectiva histórico-cultural, o PC é compreendido como uma estratégia de organização do pensamento que, ao incorporar elementos da Ciência da Computação — como abstração, decomposição e algoritmos — às relações sociais, possibilita ao estudante a transição da experiência externa para a internalização conceitual. Conforme discute Silva (2023), o pensamento computacional atua como mediador cultural, funcionando como um sistema de signos que orienta e regula as práticas cognitivas envolvidas na resolução de problemas matemáticos.

Nesse sentido, a integração do Pensamento Computacional às aulas de Matemática favorece a formação de ações mentais e o desenvolvimento do pensamento teórico e geométrico. Ao interagir com ferramentas como Scratch ou GeoGebra, o estudante não se limita a seguir procedimentos predefinidos, mas mobiliza conceitos computacionais como signos mediadores que reorganizar suas funções psíquicas superiores (SILVA; JAVARONI, 2024). Essa mediação possibilita que conceitos matemáticos abstratos sejam apropriados não como fórmulas estáticas, mas como instrumentos dinâmicos de pensamento, permitindo que o aluno articule conhecimentos oriundos de sua vivência cotidiana para alcançar níveis mais elevados de abstração teórica.

Dessa forma, o foco do Pensamento Computacional na Educação Matemática deve recair sobre a mediação cultural na estruturação do psiquismo. Conforme apontam Silva e Javaroni (2025a), o desenvolvimento do pensamento computacional contribui para reduzir o distanciamento entre as experiências vividas pelos estudantes em uma sociedade digital e o currículo escolar. Ao tratar o PC como instrumento de formação da consciência, o ensino de Matemática deixa de se configurar como uma sequência de operações reativas e passa a constituir-se como uma atividade orientada por motivos e objetivos claros, na qual o aluno se torna capaz de formular, modelar e resolver problemas de forma autônoma, transformando sua própria estrutura cognitiva no processo.

A resolução de problemas matemáticos mediada pelo Pensamento Computacional vai além da busca por algoritmos eficientes ou da execução sequencial de etapas. Segundo Tikhomirov (1981), essa mediação não deve ser compreendida como um simples acréscimo à memória ou como suporte externo à resolução de tarefas, mas como um elemento que promove uma transformação qualitativa do pensamento humano. Ao formular um modelo computacional, o estudante não apenas automatiza cálculos, mas constrói uma representação sistemática da atividade social e teórica, reorganizando sua compreensão da estrutura lógica do conceito matemático.

Nessa perspectiva, a integração do Pensamento Computacional às práticas pedagógicas deve priorizar a formação conceitual. Conforme discute Silva (2023), ao empregar conceitos como abstração e decomposição, o aluno mobiliza signos que orientam o controle consciente de suas próprias ações mentais. O modelo matemático desenvolvido por meio do PC deixa de ser um produto estático e passa a atuar como instrumento cultural que expressa a atividade humana mediada, permitindo ao estudante visualizar a lógica interna dos conceitos matemáticos. Nesse processo, a eficiência instrumental cede lugar à compreensão profunda, na qual o aluno deixa de ser um mero executor de regras e passa a dominar os meios de produção do seu próprio conhecimento.

Assim, o Pensamento Computacional consolida-se como uma ferramenta de estruturação do pensamento teórico, possibilitando ao estudante organizar a realidade de maneira crítica e consciente. Conforme apontam Silva e Javaroni (2024), essa abordagem permite que os modelos construídos por meio do PC funcionem como reflexos da atividade humana mediada, com ênfase nos processos de significação e apropriação conceitual. Ao superar uma visão meramente operacional, o Pensamento Computacional afirma-se como um recurso indispensável para que o sujeito não apenas resolva problemas do cotidiano, mas compreenda as leis gerais que regem os fenômenos matemáticos e tecnológicos que moldam sua consciência.

A integração entre a resolução de problemas e a lógica algorítmica, materializada no Pensamento Computacional (PC), constitui um potente instrumento psicológico. O PC não deve ser reduzido a um conjunto de passos operacionais; sua essência dialética reside na capacidade de reorganizar a atividade psíquica, permitindo ao aluno decompor problemas complexos e internalizar conceitos teóricos.

Conforme aponta a análise, o PC funciona como um sistema de signos que orienta a prática cognitiva. Quando o estudante domina a abstração e a automação, ele não está apenas "aprendendo a programar", mas apropriando-se de ferramentas culturais que expandem seu poder de agir sobre a realidade. A síntese desta seção reforça que o domínio da linguagem matemática da IA é a condição sine qua non para a transição da alienação técnica para a emancipação intelectual.

3.2 Contribuições da Inteligência Artificial para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática

A análise dos instrumentos tecnológicos sob a ótica da segunda unidade de análise permite identificar a tensão dialética entre a promessa de eficiência e o risco de esvaziamento do pensamento teórico. Nesta etapa, investigamos como plataformas de IA, ao materializarem

a lógica algorítmica no cotidiano escolar, podem pender tanto para a expansão das capacidades humanas quanto para a redução da atividade de estudo a uma sucessão de operações reativas. A questão central aqui não é a utilidade técnica do software, mas a manutenção do sentido pessoal (Leontiev, 1978) do estudante diante da automação.

A compreensão do PC como instrumento psicológico e mediador cultural permite que a análise avance da esfera do raciocínio lógico-matemático para a sua aplicação prática no ambiente escolar. Nesse contexto, a IA deixa de ser apenas uma estrutura abstrata de algoritmos e matrizes para se materializar em instrumentos de mediação pedagógica que buscam expandir as capacidades humanas no ensino e na aprendizagem da Matemática. Tais recursos, ao serem incorporados ao cotidiano da Educação Matemática, não configuram meros suportes técnicos, mas atuam como novos sistemas de signos que, segundo a perspectiva de Tikhomirov (1981), reorganizam a atividade docente e discente, permitindo que processos como a personalização e o monitoramento da aprendizagem ganhe novas dimensões qualitativas.

A personalização oferecida pelos sistemas adaptativos apresenta uma contradição: se por um lado respeita o tempo do estudante, por outro pode promover uma individualização isoladora que fragmenta a mediação social. Sob a lente da Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), o risco reside em transformar a aprendizagem em um percurso pré-definido pelo código, onde o estudante apenas responde a estímulos para avançar de nível. Se o motivo da atividade passa a ser vencer o algoritmo em vez de apropriar-se do conceito matemático, ocorre o que Goethel e Fonseca (2025) classificam como a delegação do sentido ao sistema, comprometendo a formação da consciência crítica.

Ao assumir tarefas de caráter puramente operacional e algorítmico, a IA não apenas libera o tempo docente, mas, fundamentalmente, impõe uma reestruturação na natureza da atividade pedagógica. Sob a ótica de Tikhomirov (1981), a introdução de sistemas computacionais na educação não deve ser vista como uma simples automação de funções, mas como um fator de reorganização da atividade psíquica e prática. Nesse sentido, a tecnologia atua como um mediador que exige do professor uma transição funcional: ele deixa de ser o centro da transmissão de informações — tarefa em que a máquina demonstra alta eficiência técnica — para consolidar sua função como o principal mediador cultural. Assim, a mediação humana passa a focar naquilo que a IA é incapaz de emular: a atribuição de sentido pessoal ao conhecimento e a orientação da atividade de estudo para a formação do pensamento teórico e crítico do estudante.

Essa redução nas tarefas instrumentais deve permitir que o professor se concentre mais na mediação humana, atuando de forma mais consciente na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do estudante. Segundo Silva (2023), a tecnologia só cumpre seu papel pedagógico de verdade quando potencializa o trabalho essencialmente humano do professor, ajudando na formação de conceitos e na construção de um sentido pessoal para a aprendizagem (LEONTIEV, 1978). Nesse sentido, a Inteligência Artificial não deve ser vista apenas como uma ferramenta para automação ou ajuste de níveis, mas como uma forma de mediação algorítmica — um signo cultural que reorganiza a atividade cognitiva ao interpor modelos matemáticos e estatísticos entre o estudante e o objeto de conhecimento. Quando utilizada com intencionalidade educativa clara, essa mediação pode favorecer processos pedagógicos mais profundos e formativos.

Para que a Inteligência Artificial contribua de modo efetivo para uma aprendizagem significativa, ela deve atuar como suporte à Zona de Desenvolvimento Proximal, conforme delineado por Vygotsky, auxiliando o docente na identificação de indícios do desenvolvimento conceitual em andamento, como padrões de erro, dificuldades e processos de generalização ainda em formação. A interpretação desses sinais, entretanto, não ocorre por meio de algoritmos automáticos, mas por uma mediação pedagógica consciente: enquanto a máquina opera com base em correlações estatísticas, o professor atua na compreensão de significados e sentidos. Essa distinção qualitativa reafirma a centralidade da mediação humana no processo educativo.

Ferramentas como Khan Academy, Khanmigo e Google Classroom evidenciam a consolidação da mediação algorítmica na educação. Contudo, a denominada abordagem socrática do Khanmigo constitui uma simulação discursiva, pois a IA não compreende o erro nem o valor epistemológico do raciocínio matemático, limitando-se ao processamento de probabilidades linguísticas (Rodrigueiro et. al., 2025). O risco da plataformização da educação, conforme discutem Costa Júnior (2025), reside na padronização implícita do currículo, na qual algoritmos desenvolvidos por grandes empresas passam a definir o que é considerado adequado para aprender, privilegiando o desempenho procedimental em detrimento da reflexão teórica. Tal lógica reforça, como alerta Goethel (2025), processos de individualização técnica que podem esvaziar o sentido formativo da aprendizagem e reduzir a atividade de estudo a respostas reativas orientadas pela validação algorítmica.

Embora o Khanmigo utilize uma abordagem socrática para simular um diálogo mediador, a análise revela que tal interação permanece no nível da simulação discursiva (Rodrigueiro et al., 2025). O isntrumento atua como um signo que orienta o estudante, mas a autonomia gerada

é mediada por uma lógica programada. Para que essa interação resulte em desenvolvimento psíquico real, a intervenção do professor é indispensável para converter a instrução técnica da IA em conhecimento com valor social, evitando que o estudante desenvolva uma dependência cognitiva da assistência constante da máquina.

A Inteligência Artificial aplicada ao ensino da Matemática deve ser vista como uma ferramenta cultural que promove uma transformação significativa na prática do professor. Seu objetivo vai muito além de ajustar o nível de dificuldade das atividades; sob a orientação pedagógica adequada, ela ajuda a identificar a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e estimula o crescimento das habilidades cognitivas dos estudantes. É papel do professor transformar os dados e os padrões gerados por essa tecnologia em ações educativas conscientes, tornando a mediação algorítmica uma estratégia pedagógica efetiva. Assim, o processo de aprendizagem deve sempre preservar seus aspectos humanos, sociais e de emancipação, garantindo que a tecnologia sirva para fortalecer o papel do educador e o desenvolvimento integral do aluno.

3.3 Marcos Regulatórios e Éticos

A análise dos marcos regulatórios e éticos, sob a perspectiva da terceira unidade de análise, revela que a legislação não deve ser compreendida apenas como um conjunto de restrições jurídicas, mas como uma ferramenta indispensável para a superação da alienação tecnológica. Nesta etapa, investigamos como as diretrizes nacionais e internacionais buscam garantir que a Inteligência Artificial atue como um patrimônio a serviço do desenvolvimento humano integral, e não como um mecanismo de colonização algorítmica da consciência. A regulação, portanto, é a síntese necessária para assegurar que a mediação tecnológica na Educação Matemática ocorra sob o controle pedagógico e ético do sujeito.

A integração dessas ferramentas e a consequente reorganização da atividade docente não ocorrem em um vácuo de responsabilidade, exigindo que a expansão das capacidades humanas pela IA seja balizada por critérios que transcendam a eficiência técnica. À medida que plataformas como a Khan Academy e assistentes como o Khanmigo passam a mediar a relação entre o estudante e o objeto de conhecimento matemático, torna-se imperativo que essa mediação seja orientada por princípios éticos e marcos regulatórios que preservem a autonomia do sujeito e evitem a alienação do processo educativo.

Sob a ótica da THC, a regulamentação não se limita a uma barreira jurídica, mas constitui-se como a garantia de que a tecnologia atue como um instrumento de emancipação e

apropriação cultural, e não como um mecanismo de coisificação ou colonização algorítmica da consciência. Nesse sentido, a análise dos marcos regulatórios, como as diretrizes da Unesco e a legislação brasileira, revela o esforço coletivo em posicionar a IA como um patrimônio a serviço do desenvolvimento humano integral.

O avanço da Inteligência Artificial tem tido um impacto profundo na maneira como ensinamos e aprendemos matemática. Isso acontece não só pelo aumento de recursos tecnológicos disponíveis, mas também pela forma como a própria compreensão do conhecimento matemático se transforma quando mediada por estruturas algorítmicas. Ao oferecer soluções completas baseadas em funções, matrizes e modelos estatísticos, a IA acaba mudando o foco da atividade matemática — deixando de se concentrar apenas no processo de construção do entendimento para dar mais ênfase ao resultado formal. Essa mudança nos convida a refletir não só sobre como a matemática apoia a tecnologia, mas também sobre os efeitos que essa mediação tem na formação do nosso pensamento e na nossa maneira de compreender o mundo.

Nesse sentido, os alertas da UNESCO (2023) ultrapassam o campo jurídico e assumem uma dimensão ética e formativa. Regulamentar a Inteligência Artificial na educação significa garantir que a tecnologia não se converta em instrumento de alienação pedagógica, no qual o estudante é reduzido a executor de respostas prontas. A ética humanizadora defendida pela UNESCO reafirma que a educação deve preservar o desenvolvimento do pensamento crítico e conceitual, especialmente no ensino de Matemática, em questão ganha um entendimento mais profundo. Para Vygotsky (2007), o conhecimento é construído por meio de uma participação ativa na utilização de instrumentos culturais que foram desenvolvidos ao longo da história. Agora, pensando na Inteligência Artificial, ela surge como um novo instrumento cultural que transforma a maneira como nossa mente funciona, ao estabelecer uma lógica matemática automatizada entre o estudante e o tema de estudo. O desafio aparece quando essa mediação deixa de ajudar na internalização dos conceitos e passa a servir como um atalho, reduzindo a interação ativa do indivíduo com os conhecimentos matemáticos e, assim, dificultando um aprendizado realmente significativo.

Dialeticamente, as diretrizes da UNESCO (2023) estabelecem um contraponto à lógica de mercado que frequentemente impulsiona a digitalização escolar. Ao enfatizar a agência humana e a proteção da privacidade, tais marcos buscam evitar a 'coisificação' do estudante, transformando-o de mero fornecedor de dados em um sujeito de direitos. Na Educação Matemática, isso significa que a regulação deve proteger o espaço da descoberta e do erro —

elementos essenciais da Teoria Histórico-Cultural — impedindo que sistemas preditivos antecipem respostas e eliminem o esforço cognitivo necessário para a formação das funções psíquicas superiores

Tikhomirov (1981) já alertava que os sistemas computacionais mudam a maneira como pensamos, levando-nos a transformar o raciocínio em um simples resultado final. No ensino da Matemática, isso pode fazer com que temas como funções, matrizes e sistemas lineares se tornem apenas tarefas mecânicas, nas quais o estudante só valida respostas geradas p que aprender não se limita à obtenção de resultados corretos.

Segundo a Teoria Histórico-Cultural, essa qela máquina. Na perspectiva da Teoria da Atividade, Leontiev (1978) destaca que essa mudança pode acabar esvaziando os motivos que impulsionam a aprendizagem, substituindo a compreensão profunda por ações reativas, guiadas mais pela lógica do acerto rápido do que pelo entendimento real.

Embora a Inteligência Artificial traga avanços importantes — como visualizações dinâmicas e suporte na análise de dados —, todo progresso tecnológico traz também riscos para a nossa formação. Por exemplo, as visualizações automáticas podem diminuir a necessidade de pensar por conta própria; o feedback imediato pode acabar com o desafio cognitivo; e a rapidez na resolução de problemas pode prejudicar o desenvolvimento de um pensamento mais teórico. Como ressalta a UNESCO (2023), é fundamental que haja uma regulação ética dessas tecnologias para que elas não prejudiquem os processos essenciais de formação humana.

Por isso, é importante entender que regular o uso da Inteligência Artificial na Educação Matemática é uma forma de proteger o caráter humano da nossa aprendizagem. Não se trata apenas de limitar o uso da tecnologia, mas de garantir que ela continue sendo uma ferramenta subordinada ao processo de apropriação cultural, onde o estudante seja protagonista do seu próprio aprendizado. O grande desafio, à luz de pensadores como Vygotsky, Tikhomirov e Leontiev, não é simplesmente ensinar Matemática usando IA, mas evitar que a lógica algorítmica substitua nossas atividades intelectuais, preservando a educação como uma prática social, histórica e emancipadora.

Essa preservação da essência humana e formativa na Educação Matemática exige que as práticas pedagógicas inovadoras estejam amparadas por uma infraestrutura jurídica sólida, capaz de mediar as tensões entre o progresso técnico e os direitos individuais. Afinal, a garantia de que o estudante permaneça no centro do processo de aprendizagem não é apenas uma escolha metodológica, mas uma exigência ética que deve ser institucionalizada para evitar que a coisificação das relações humanas se torne a norma nas salas de aula digitais.

Sob essa perspectiva, a legislação brasileira sobre IA estar em processo de consolidação, com destaque para o Projeto de Lei nº 2.338/2023. Essa proposta propõe um modelo de regulação baseado em riscos, inspirado no AI Act europeu. Segundo Frazão (2024), o projeto parte do entendimento de que a IA não é uma tecnologia neutra — ela é um artefato sociotécnico capaz de gerar impactos profundos nos direitos fundamentais, especialmente em um país como o Brasil, marcado por desigualdades estruturais.

A tramitação do PL nº 2.338/2023 no Brasil reflete a tentativa de desvelar a pseudoconcreticidade da IA reconhecendo-a como um artefato sociotécnico que, longe de ser neutro, pode ampliar desigualdades estruturais. A análise crítica indica que a transparência algorítmica exigida pela lei é a base para o letramento crítico: sem conhecer os critérios que regem o algoritmo, o professor e o estudante permanecem alienados do processo. Assim, o marco legal brasileiro posiciona-se como uma defesa da soberania intelectual, garantindo que a tecnologia seja um instrumento que promova a formação do pensamento crítico ao invés de naturalizar vieses históricos sob a aparência de verdade estatística.

Nesse sentido, a proposta adota uma classificação de riscos dividida em três categorias. Ela proíbe aplicações consideradas de "risco excessivo", como sistemas de pontuação social, manipulação comportamental e alguns tipos de identificação biométrica em espaços públicos. Ao mesmo tempo, impõe regras rigorosas para os sistemas classificados como de alto risco, incluindo aqueles utilizados na educação.

No caso da IA generativa, o projeto dá um passo à frente ao exigir mais transparência sobre os dados usados no treinamento desses modelos, inclusive conteúdos protegidos por direitos autorais. Ele também reforça mecanismos de responsabilização e governança. Além disso, prevê a criação de uma autoridade reguladora, avaliações de impacto algorítmico e a adoção explícita do princípio da precaução. Como observa Frazão (2024), essas medidas mostram uma tentativa de equilibrar inovação tecnológica com a proteção dos direitos, entendendo que a falta de regulação pode abrir espaço para práticas discriminatórias, aumento das desigualdades de poder e interesses econômicos que podem prejudicar o interesse público.

Em suma, os marcos regulatórios representam o esforço social para institucionalizar a ética e proteger a subjetividade frente ao avanço técnico desmedido. Os resultados desta análise demonstram que a proteção legal é o suporte para que o letramento crítico em IA se torne uma realidade nas escolas, permitindo que a tecnologia seja um recurso de emancipação. Entretanto, a transição dessa norma jurídica para a práxis cotidiana na sala de aula de Matemática impõe

desafios concretos que transcendem o texto da lei, exigindo uma investigação sobre as barreiras materiais e formativas que ainda persistem no cenário educacional brasileiro.

3.4 Desafios para a Educação Matemática

A análise dos desafios para a Educação Matemática mediada pela IA constitui a síntese das tensões investigadas nas unidades anteriores. Se a matemática provê a lógica (primeira unidade de análise), as plataformas oferecem o instrumento (segunda unidade de análise) e as leis estabelecem o limite (terceira unidade de análise), é na práxis pedagógica que o conflito entre a emancipação e a alienação se torna real. Os desafios aqui discutidos não são meramente técnicos, mas obstáculos ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores, exigindo uma superação que passa pela formação docente e pela reestruturação da atividade de estudo.

A existência de um arcabouço jurídico e de diretrizes éticas, embora indispensáveis, não esgota as complexidades inerentes à implementação da IA no cotidiano escolar. A transição da norma legal para a práxis pedagógica na Educação Matemática revela desafios que transcendem a infraestrutura tecnológica e tocam o cerne da atividade humana. Sob a perspectiva da THC, esses obstáculos manifestam-se na tensão entre a promessa de eficiência algorítmica e a necessidade de garantir que o uso dessas ferramentas não resulte em uma dívida cognitiva ou no esvaziamento do pensamento teórico. Assim, para que a IA atue efetivamente como um instrumento de expansão das capacidades humanas, é preciso enfrentar dilemas que vão desde a formação crítica do professor até o risco de o estudante delegar ao algoritmo o sentido pessoal da sua própria aprendizagem (Goethel; Fonseca, 2025).

A formação docente enfrenta a contradição de preparar o professor para uma tecnologia que evolui em velocidade superior aos currículos tradicionais. O desafio reside em transcender o domínio operacional dos instrumentos para atingir um letramento crítico que permita ao educador atuar como mediador no processo de compreensão algorítmica por trás da IA. Sem esse preparo, o professor corre o risco de tornar-se um supervisor de roteiros automatizados, o que compromete a mediação dialógica essencial para a formação do pensamento teórico e a constituição da subjetividade do estudante.

À medida que a Inteligência Artificial passa a ser mais usada no ensino de Matemática, surgem desafios que vão além da tecnologia e tocam na essência da formação dos estudantes. Um dos maiores riscos é que, aos poucos, essa tecnologia possa substituir a atividade intelectual do aluno por operações automatizadas. Assim, resolver problemas algorítmicos pode acabar precedendo ou dificultando o desenvolvimento do raciocínio matemático.

De acordo com a Teoria Histórico-Cultural, esse movimento pode prejudicar a construção do pensamento teórico. Afinal, aprender matemática vai além de apenas aplicar fórmulas: é necessário compreender os conceitos de forma consciente, por meio da mediação simbólica, do conflito cognitivo e da ação motivada por objetivos de aprendizagem (VYGOTSKY, 2007; LEONTIEV, 1978). Quando a inteligência artificial passa a substituir a investigação conceitual, o estudante tende a se concentrar mais em validar respostas fornecidas pela máquina do que em entender as relações internas dos objetos matemáticos. Isso reforça práticas reativas e meramente instrumentais.

Além disso, há também questões éticas e pedagógicas relacionadas ao uso de sistemas algorítmicos que operam com base na eficiência, na otimização e na padronização, muitas vezes distanciadas dos objetivos educativos de desenvolver o pensamento crítico, autonomia intelectual e uma compreensão histórica do conhecimento matemático. Por isso, a introdução da Inteligência Artificial na Educação Matemática deve ser sempre mediada por professores que tenham uma postura crítica e intencional. Assim, é possível transformar essa tecnologia em uma ferramenta cultural que apoie a aprendizagem conceitual, evitando que o ensino se torne um processo puramente técnico e desprovido do sentido humano, histórico e emancipador que a Matemática representa.

Embora muitas vezes se diga que a maior barreira para a modernização das escolas é a infraestrutura tecnológica e o acesso à internet, uma análise mais aprofundada, baseada na Teoria da Atividade, revela que o verdadeiro desafio está em uma questão mais subjetiva: o risco de perder o sentido pessoal da aprendizagem. Segundo Goethel e Fonseca (2025), esse sentido não é algo que já vem pronto, mas surge do esforço do próprio estudante para superar dificuldades e da conexão entre o objetivo de aprender e o motivo que o impulsiona a seguir em frente.

Quando o aluno passa a usar a Inteligência Artificial apenas como uma ferramenta para resolver problemas, sintetizar textos ou gerar respostas prontas, acontece uma ruptura no processo de apropriação do conhecimento. O esforço mental que deveria estar voltado para construir esquemas de aprendizagem mais sólidos acaba sendo transferido para o algoritmo, gerando o que as autoras chamam de dívida cognitiva. Nesse cenário, estudar deixa de ser um ato de investigação conceitual e vira uma sequência de operações mecânicas, voltadas apenas para validar resultados e melhorar o desempenho externo.

A facilidade cognitiva proporcionada pela IA generativa oculta uma armadilha dialética: a redução do esforço mental pode resultar no comprometimento da carga cognitiva germânica,

necessária para a construção de esquemas de aprendizagem robustos. O desafio central para a Educação Matemática é evitar que a automação substitua a atividade produtiva do sujeito. Conforme aponta a Teoria Histórico-Cultural (Vigotski, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f), a aptidão para o pensamento lógico é produto da prática social e do esforço intelectual; delegar essa trajetória ao algoritmo é, em última análise, interromper o processo de humanização do estudante.

Sem um envolvimento ativo e sem enfrentar os conflitos cognitivos que surgem durante o aprendizado, esse processo não se transforma em crescimento psíquico, pois é justamente o esforço intelectual mediado que favorece o desenvolvimento de funções psíquicas superiores. Portanto, o maior risco da inteligência artificial na educação não é sua ausência, mas uma presença desprovida de reflexão crítica. Quando ela facilita demais as tarefas, acaba privando o estudante da oportunidade de vivenciar as transformações internas necessárias para desenvolver consciência e autonomia intelectual.

Em conclusão, os desafios expostos revelam que a integração da IA na Educação Matemática é um campo de disputa constante entre a técnica desumanizadora e a pedagogia emancipadora. A superação dessas barreiras exige que a tecnologia seja reposicionada como um instrumento para a construção de sentido, e não como sua substituta. Somente através de uma práxis fundamentada na ética e na consciência crítica será possível garantir que a inteligência artificial sirva ao propósito maior da educação: a formação de sujeitos autônomos, capazes de compreender e transformar a realidade mediada pelos números.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise apresentada neste ensaio mostra que a inteligência artificial, apesar de se apoiar em bases matemáticas como funções, matrizes e teoria das probabilidades, vai além de um instrumento técnico: ela funciona como um mediador que altera, de modo qualitativo, a atividade cognitiva dos indivíduos. Segundo a Teoria Histórico-Cultural, a incorporação dessas tecnologias no ensino de Matemática precisa ser entendida como um processo histórico e social que pode, ao mesmo tempo, ampliar e limitar as oportunidades formativas oferecidas pela educação.

Sustentou-se que o perigo principal não é a presença da inteligência artificial nas práticas pedagógicas em si, mas seu emprego sem criticidade, o que pode delegar ao algoritmo operações cognitivas essenciais e esvaziar o significado pessoal do aprender. Nessa situação, o estudante tende a reduzir o estudo a uma série de procedimentos destinados apenas a confirmar resultados fornecidos pela máquina.

Por isso, é crucial promover um letramento crítico em inteligência artificial, que permita a professores e estudantes entenderem os fundamentos matemáticos, éticos e sociais por trás dessas tecnologias. Só com essa apropriação reflexiva a inteligência artificial terá condições de ser um instrumento cultural a serviço da emancipação intelectual, em vez de se tornar um mecanismo de alienação pedagógica.

A análise empreendida confirma que a superação da dívida cognitiva não ocorrerá pela via técnica, mas pela via pedagógica. A síntese desta pesquisa aponta que a inteligência artificial só se torna um instrumento de desenvolvimento psíquico quando o estudante domina sua linguagem matemática (signo) para transformar sua própria atividade no mundo.

Em última análise, a integração da Inteligência Artificial na Educação Matemática não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como uma mediação técnica que desafia a autonomia do sujeito. A síntese desta investigação reafirma que a superação da alienação e do esvaziamento do sentido pessoal da aprendizagem só é possível quando a tecnologia é convertida em um instrumento de emancipação intelectual.

Nesse processo, o professor consolida-se como o mediador insubstituível, pois somente a consciência humana é capaz de atribuir significado social ao conhecimento e garantir que a lógica algorítmica esteja a serviço da formação integral do estudante, e não do seu controle cognitivo. Conclui-se, portanto, que a educação humanizadora prevalece não pela rejeição da

máquina, mas pelo domínio crítico que permite ao homem permanecer como o autor de sua própria história.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Projeto de Lei nº 2.338, de 2023. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial no Brasil e estabelece princípios, direitos, deveres e instrumentos de governança para sistemas de inteligência artificial. Brasília, DF: Senado Federal, 2023.

GOETHEL, E. S. Q.; FONSECA, D. C. A Inteligência Artificial na Educação e a formação da consciência: uma análise leontieviana sobre o risco do "sentido pessoal" delegado ao algoritmo. Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, v. 9, Contínua, e2025-20, 2025.

LEONTIEV, A. N. Atividade, consciência e personalidade. Lisboa: Horizonte, 1978.

RODRIGUEIRO, Mariana Matulovic da Silva; TEIXEIRA, Franciele Santos; ZAMPIERI, Maria Teresa; JAVARONI, Sueli Liberatti. Inteligência Artificial e a perspectiva Histórico-Cultural: um ensaio teórico . Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, *[S. l.]*, v. 9, n. Contínua, p. e2025–21, 2025.

SILVA, E. C. Desenvolvimento do pensamento computacional em uma dinâmica pedagógica baseada na perspectiva histórico-cultural: possibilidades para a formação das ações mentais de estudantes e do conceito polígono regular a partir da produção de um pensamento geométrico. 2023. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2023.

SILVA, E. C.; JAVARONI, S. L. The possible relationships between the development of computational thinking and the formation of mental actions of students in mathematics classes. Quadrante, v. 33, n. 2, p. 82–109-82–109, 2024.

SILVA, Eliel Constantino da Silva; JAVARONI, Sueli Liberatti Javaroni. Developing Students' Computational Thinking to Bridge the Gap between Their Lived Experiences and Math Classes. The Korean Society of Educational Studies in Mathematics - Journal of Educational Research in Mathematics, v. 35, p. 489-517, 2025a.

SILVA, Eliel Constantino da; JAVARONI, Sueli Liberatti. O uso do método histórico-dialético na investigação sobre o desenvolvimento do pensamento computacional de estudantes no contexto da Educação Matemática. Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica, [S. l.], v. 9, n. Contínua, p. e2025–16, 2025b.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V. (org.). The concept of activity in Soviet psychology. Armonk: Sharpe, 1981. p. 256–278.

UNESCO. Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo I. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014a.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo II. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014b.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo III. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014c.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo IV. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014d.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo V. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014e.

VIGOTSKI, Lev Semiónovic. Obras Escogidas: Tomo VI. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2014