Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Linha de Pesquisa: Metodologia para o Ensino de Matemática no Nível Médio

THIAGO DIOGO DIAS CARDOSO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ENSINO DE MATEMÁTICA: SOLUÇÕES INTELIGENTES PARA O TRABALHO DOCENTE

BELÉM-PA
2026

THIAGO DIOGO DIAS CARDOSO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ENSINO DE MATEMÁTICA: SOLUÇÕES INTELIGENTES PARA O TRABALHO DOCENTE

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática, sob orientação Prof. Dr. Pedro Franco de Sá.

Linha de pesquisa: Metodologia para o Ensino de Matemática no Nível Médio.

Belém - PA
2026

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará

C268i Cardoso, Thiago Diogo Dias

Inteligência Artificial e Ensino de Matemática: soluções inteligentes para o trabalho docente/ Thiago Diogo Dias Cardoso. — Belém, 2026.

128 f.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2026.

1. Ensino de Matemática. 2. Inteligência Artificial. 3. Trabalho docente. 4. Formação docente. 5. Tecnologias digitais. I. Título.

CDD 22.ed. 510.7

Elaborado por Priscila Melo CRB-2/1345

THIAGO DIOGO DIAS CARDOSO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E ENSINO DE MATEMÁTICA: SOLUÇÕES INTELIGENTES PARA O TRABALHO DOCENTE

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Gaduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Ensino Médio.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

Data de aprovação: 26/02/2026

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
PEDRO FRANCO DE SA
Data: 01/03/2026 18:49:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____. Orientador
Prof. Dr. PEDRO FRANCO DE SÁ
Doutor em Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Universidade do Estado do Pará

Documento assinado digitalmente
gov.br
CINTHIA CUNHA MARADEI PEREIRA
Data: 02/03/2026 13:54:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____. Examinador Interno I
Profa. Dra. CINTHIA CUNHA MARADEI PEREIRA
Doutora em Bio Informática – Universidade Federal do Pará – UFPA
Universidade do Estado do Pará

Documento assinado digitalmente
gov.br
SAUL RODRIGO DA COSTA BARRETO
Data: 02/03/2026 11:10:25-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

___. Examinador Interno II
Prof. Dr. SAUL RODRIGO DA COSTA BARRETO
Doutor em Educação, Ciências e Matemática – Universidade Federal do Pará – UFPA
Universidade do Estado do Pará

Documento assinado digitalmente
gov.br
ANDERSON PORTAL FERREIRA
Data: 02/03/2026 09:22:50-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

___. Examinador Externo
Prof. Dr. ANDERSON PORTAL FERREIRA
Doutor em Educação – Universidade do Estado do Pará – UEPA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Belém - PA
2026

DEDICATÓRIA

A Deus, o autor da minha vida e fonte de sabedoria.
À minha mãe, Lucia, por sua coragem e perseverança.
Ao meu companheiro, Vinicius, pela paciência, compreensão e incentivo nos momentos mais intensos do trabalho e estudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus. Inspirado em uma canção que me acompanha na fé, lembro que, no silêncio, encontro direção; e que Deus, dono de toda ciência, sabedoria e poder, é fonte de vida que me sustenta desde antes de tudo existir. *“No silêncio encontro resposta certa então Dono de toda ciência, sabedoria e poder Oh dá-me de beber da água da fonte da vida Antes que o ar já houvesse ele já era Deus”*. Ninguém Explica Deus, Clóvis Pinho.

À minha mãe, Maria Lucia, minha inspiração diária, deixo meu amor e minha gratidão mais profundos. No último ano, ela enfrentou um delicado processo de saúde que exigiu coragem, adaptação e fé. Com uma força admirável e um coração resiliente, ela atravessou esse tempo com dignidade e, hoje, vive um novo capítulo, com alegria, esperança e a beleza de recomeçar.

Ao meu companheiro, Vinicius, meu porto seguro, agradeço por caminhar comigo com paciência e generosidade. Obrigado por compreender as ausências, acolher os silêncios, sustentar os dias intensos e me oferecer conselhos e orientações que me fortaleceram. Aprendo com você todos os dias.

Aos meus queridos amigos Mari e Mário, deixo meu agradecimento pelo apoio e pelo incentivo constante. A vocês, que também são liderança no Centro de Estudos Professor Manoel Leite (CEMAL), agradeço pelo reconhecimento, pela confiança e por acreditarem no meu trabalho. Esse apoio foi importante não apenas como incentivo profissional, mas como sinal de que vale a pena ensinar com compromisso, estudar com seriedade e seguir crescendo.

À professora Sandra e ao professor Robson, amigos queridos, agradeço pela boa companhia, pelas conversas que acalmam e pelos conselhos que orientam. À Sandra, também, meu carinho especial por partilhar comigo o cotidiano do trabalho e por tornar os dias mais leves.

À Amiga e professora Gláucia, minha admiração e gratidão, por sua inteligência, sensibilidade e generosidade. Em cada encontro, aprendo muito com suas ideias e com a forma cuidadosa com que sempre me aconselha e me orienta. É um privilégio tê-la por perto.

Ao professor Pedro Franco de Sá, meu orientador, deixo um agradecimento especial e sincero. Para mim, o senhor é grande referência na Educação Matemática, foi uma honra tê-lo como guia neste percurso. Em nossos encontros, suas orientações foram precisas, firmes e profundamente formativas, sempre essenciais para que eu avançasse com clareza e maturidade acadêmica. Agradeço de coração por sua generosidade intelectual e pelo rigor que me fez crescer.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, minha gratidão pelos ensinamentos, pela parceria e pelas contribuições vividas ao longo desse período formativo em que construímos aprendizagens que levarei para toda a vida.

Aos servidores da UEPA, meu reconhecimento e agradecimento. Muitas vezes atuando de forma discreta, sustentam a universidade com trabalho constante e comprometido, e é graças a esse esforço que a caminhada acadêmica acontece sem parar.

Aos meus colegas mestrandos, agradeço pela parceria, pelo espírito de equipe, pelas trocas sinceras e pelos ensinamentos mútuos, em especial as amigas Sara, Mariana e Verônica. Caminhar acompanhado torna o caminho mais possível, mais humano e mais significativo.

Aos meus alunos, minha fonte de inspiração diária, deixo um agradecimento cheio de respeito e carinho. É com vocês que aprendo continuamente, me reinvento e ressignifico minha prática docente. De certa forma, a cada aula eu também sou formado por vocês. Se não fossem meus alunos, eu não seria professor. A todos, minha consideração, meu respeito e minha gratidão.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, com palavras, gestos, presença, incentivo e oração. Este trabalho é meu, mas não foi construído sozinho.

“O cérebro eletrônico faz tudo

Faz quase tudo

Faz quase tudo

Mas ele é mudo.”

Gilberto Gil, Cérebro Eletrônico (1969).

MEMORIAL DE FORMAÇÃO

Minha trajetória formativa é inseparável da minha trajetória humana. Aprendi cedo que ensinar não é apenas transmitir conteúdos: é construir sentido com pessoas, em contextos reais, com limites, urgências e esperanças. Como professor de Matemática na escola pública e privada, compreendi que a docência não é um lugar de chegada, mas um movimento contínuo de formação, no qual eu também me transformo enquanto ensino.

A sala de aula sempre foi meu principal território de aprendizagem. Foi com meus alunos que percebi que o conhecimento matemático não se sustenta apenas pela lógica interna, mas pela forma como se torna experiência: quando ganha linguagem, contexto, exemplos e diálogo. À medida que assumi responsabilidades de planejamento, coordenação e organização do trabalho pedagógico em Matemática, aproximei-me ainda mais das rotinas invisíveis da escola: as múltiplas demandas, as avaliações, os materiais e as decisões urgentes. Nesse cotidiano, entendi que parte do que fragiliza o trabalho docente não é somente “falta de vontade” ou “falta de formação”, mas a complexidade de uma prática que exige muito e, muitas vezes, oferece pouco.

Foi desse lugar que amadureceu minha decisão de ingressar, em 2023, no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática do PPGEM/UEPA, realizando um sonho antigo de prosseguir na carreira acadêmica. Eu buscava aprofundamento teórico, mas também desejava produzir algo que dialogasse diretamente com a escola e com a vida real do professor. O mestrado foi, para mim, uma travessia marcada por estudo, dúvidas, rigor acadêmico e maturação.

Ao longo do curso, vivenciei experiências que fortaleceram minha identidade de pesquisador-professor. Disciplinas como Métodos de Pesquisa no Ensino de Matemática e Desenvolvimento e Aprendizagem da Matemática reorganizaram meu olhar sobre investigação e sobre como os estudantes constroem conceitos. A disciplina de Currículo e Avaliação da Aprendizagem em Matemática ampliou minha compreensão sobre planejamento e tomada de decisão pedagógica. Em Tecnologias de Informática no Ensino de Matemática, aprofundei possibilidades de integração crítica de recursos digitais à prática docente. As disciplinas Ensino de Matemática I e II, Modelagem no Ensino de Matemática, História da Matemática como Recurso

Didático, Resolução de Problemas em Aula de Matemática e Tópicos de Matemática I e II consolidaram repertórios conceituais e metodológicos para ensinar com mais intencionalidade e sensibilidade ao contexto escolar.

Enfrentei desafios marcantes, como o exame de proficiência, que me levou a aperfeiçoar meu inglês e ampliar o acesso à produção científica. No Seminário de Estágio Supervisionado, fortaleci o olhar reflexivo sobre a prática. Em 2024, participei do Seminário de Cognição e Educação Matemática, contribuindo na organização e publicando dois artigos sobre análise combinatória e jogos, o que reafirmou minha convicção de que pesquisar o ensino de Matemática é, sobretudo, compreender pessoas e suas práticas no contexto escolar.

Meu percurso também foi marcado por projetos interdisciplinares e investigação ancorada no território. Viver e trabalhar na Ilha de Mosqueiro me mostrou que a escola pode transformar o lugar onde está em laboratório vivo de aprendizagem, conectando Matemática, Ciências e temas socioambientais. Foi nesse cenário que minha pesquisa ganhou forma: compreender a rotina docente, suas demandas de tempo e suas possibilidades de melhoria por meio de soluções tecnológicas. Defendo, assim, que a inteligência artificial pode ter lugar na escola, desde que utilizada com criticidade, ética e propósito pedagógico claro.

Concluir esta etapa amplia minhas perspectivas profissionais. Sigo comprometido com a escola pública, com a formação de professores, com o ensino de Matemática, com o desenvolvimento humano e da ciência, buscando produzir conhecimento aplicado e desenvolver soluções e formações que dialoguem com o cotidiano escolar e fortaleçam o professor como um dos sujeitos centrais do processo educativo. Este memorial, portanto, não é apenas uma recordação: é a afirmação de quem me tornei, professor de Matemática e pesquisador com a convicção de que é possível fazer pesquisa com os pés na escola, com o olhar no futuro e com responsabilidade social.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar como ferramentas de Inteligência Artificial (IA) podem apoiar e reconfigurar o trabalho pedagógico no ensino de Matemática, a partir de uma pesquisa diagnóstica e de uma experiência formativa realizada com professores da Educação Básica. Parte-se da compreensão de que a IA vem impactando diferentes dimensões da vida social e educacional, produzindo transformações nas práticas docentes e nos processos de ensino e aprendizagem. Para investigar essa problemática no contexto do trabalho docente, realizou-se pesquisa bibliográfica e revisão sistemática de literatura, com apoio da plataforma Parsif.al, além da aplicação de um questionário com questões fechadas e abertas a 135 professores de Matemática da Educação Básica, buscando compreender práticas e atividades mais demandantes de tempo. Os resultados indicaram reconhecimento do potencial da IA para apoiar o planejamento, a produção de materiais e os processos avaliativos, bem como desafios relacionados à infraestrutura, à formação docente e às questões éticas envolvidas no uso dessas tecnologias. No âmbito normativo-formativo, incorporou-se o Marco Referencial de Competências em IA para Professores da UNESCO (2024/2025), que estrutura competências relacionadas ao uso ético, crítico e pedagógico da IA na docência. Diante desse panorama e das necessidades expressas pelos participantes, realizou-se um curso de formação com 79 professores cursistas e elaborou-se um manual prático para apoiar professores de Matemática no uso crítico e responsável de ferramentas de IA, visando contribuir para a organização do trabalho pedagógico. Conclui-se que a integração da IA ao trabalho docente requer critérios de validação, intencionalidade didática e acompanhamento formativo contínuo, de modo a ampliar possibilidades pedagógicas sem substituir o julgamento profissional docente. O link para acessar o produto educacional desenvolvido a partir da pesquisa pode ser acessar através do link: http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1180349.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Inteligência artificial. Trabalho docente. Formação docente. Tecnologias digitais.

ABSTRACT

This research aims to analyze how Artificial Intelligence (AI) tools can support and reshape pedagogical work in Mathematics teaching, based on a diagnostic study and a formative experience conducted with Basic Education teachers. The study is grounded on the understanding that AI has been impacting different dimensions of social and educational life, producing transformations in teaching practices and in teaching and learning processes. To investigate this issue within the context of teaching work, bibliographic research and a systematic literature review were conducted with the support of the Parsif.al platform, in addition to the application of a questionnaire containing open-ended and closed-ended questions to 135 Mathematics teachers from Basic Education, seeking to understand practices and activities that demand more time from teachers. The results indicated recognition of the potential of AI to support lesson planning, material production, and assessment processes, as well as challenges related to infrastructure, teacher training, and ethical issues involved in the use of these technologies. In the normative and formative scope, the UNESCO AI Competency Framework for Teachers (2024/2025) was incorporated, structuring competencies related to the ethical, critical, and pedagogical use of AI in teaching. In view of this scenario and the needs expressed by the participants, a training course involving 79 teachers was conducted, and a practical manual was developed to support Mathematics teachers in the critical and responsible use of AI tools, aiming to contribute to the organization of pedagogical work. It is concluded that the integration of AI into teaching work requires validation criteria, didactic intentionality, and continuous formative support in order to expand pedagogical possibilities without replacing teachers' professional judgment. The educational product developed from the research can be accessed through the following link: http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1180349.

Keywords: Mathematics Education. Artificial intelligence. Teaching work. Teacher education. Digital technologies.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIZAÇÃO DAS REVISÕES SISTEMÁTICAS COMPLEMENTARES (RSL1 E RSL2) NO ESCOPO DA PESQUISA. 40
FIGURA 2: FASES E ATIVIDADES DO PROCESSO DE REVISÃO SISTEMÁTICA 41
FIGURA 3: CAPTURA DE TELA DA ÁREA DE TRABALHO DO PARSIFAL 42
FIGURA 4: ETAPAS DA CONDUÇÃO DA RSL E FERRAMENTAS UTILIZADAS 44
FIGURA 5: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO, TRIAGEM, ELEGIBILIDADE E INCLUSÃO DOS ESTUDOS DA RSL1 (1996-2010). 47
FIGURA 6: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO, TRIAGEM, ELEGIBILIDADE E INCLUSÃO DOS ESTUDOS DA RSL2 (2010-2025). 52
FIGURA 7: FLUXO DE ORGANIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 59
FIGURA 8: MODELO ESQUEMÁTICO E ESPECULATIVO DAS FASES DA CARREIRA DOCENTE 68
FIGURA 9: FERRAMENTAS DE IA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA 95
FIGURA 10: NUVEM DE PALAVRAS ELABORADA A PARTIR DAS PERCEPÇÕES QUALITATIVAS DOS PARTICIPANTES SOBRE O CURSO DE FORMAÇÃO EM IA 99

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: QUANTO AO SEXO 64

GRÁFICO 2: QUANTO AO TRABALHO COM A DISCIPLINA DE MATEMÁTICA 64

GRÁFICO 3: QUANTO À FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE (LICENCIATURA EM MATEMÁTICA) 65

GRÁFICO 4: QUANTO À FORMAÇÃO DOCENTE (PÓS-GRADUAÇÃO NÍVEL ESPECIALIZAÇÃO) 66

GRÁFICO 5: QUANTO À FORMAÇÃO DOCENTE (PÓS-GRADUAÇÃO NÍVEL MESTRADO) 66

GRÁFICO 6: QUANTO AO TEMPO DE ATUAÇÃO DOCENTE 67

GRÁFICO 7: QUANTO NÍVEL DE ENSINO QUE ATUA 69

GRÁFICO 8: CURSOS DE FORMAÇÃO CONTINUADA NA REDE DE ENSINO 74

GRÁFICO 9: PARTICIPAÇÃO EM CURSOS DE FORMAÇÃO CONTINUADA 75

GRÁFICO 10: CONSIDERAÇÃO DOS DOCENTES SOBRE A DIFICULDADE DE ENSINAR MATEMÁTICA 76

GRÁFICO 11: ACESSO À INTERNET DA ESCOLA 77

GRÁFICO 12: PRESENÇA DE LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA NA ESCOLA 78

GRÁFICO 13: DISPOSITIVOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DISPONÍVEIS NA ESCOLA PARA USO EDUCACIONAL 78

GRÁFICO 14: FREQUÊNCIA DE BUSCA DE INFORMAÇÕES NA INTERNET 79

GRÁFICO 15: PRINCIPAIS BUSCAS NA REDE MUNDIAL DE COMPUTADORES 80

GRÁFICO 16: ATIVIDADES QUE CONSOMEM MAIS O TEMPO DOCENTE 81

GRÁFICO 17: UTILIZAÇÃO DA INTERNET PARA REALIZAÇÃO DE TAREFAS PEDAGÓGICAS 81

GRÁFICO 18: PREOCUPAÇÃO COM O AVANÇO DAS TECNOLOGIAS NA PROFISSÃO DOCENTE 82

GRÁFICO 19: COMPUTADORES DISPONÍVEIS PARA USO EDUCACIONAL 83

GRÁFICO 20: ACESSO À INTERNET NA ESCOLA E NÍVEL DE CONEXÃO 83

GRÁFICO 21: PROGRAMAS E APLICATIVOS PARA FINS EDUCACIONAIS 84

GRÁFICO 22: UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA POR PARTE DO PROFESSOR 85

GRÁFICO 23: ROTINA DE TRABALHO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA 91

GRÁFICO 24: COMO VOCÊ AVALIA O CURSO DE FORMA GERAL? 96

GRÁFICO 25: VOCÊ SE SENTE MAIS PREPARADO PARA UTILIZAR FERRAMENTAS DE IA NA SUA PRÁTICA DOCENTE? 97

GRÁFICO 26: QUAL FOI O TÓPICO QUE VOCÊ CONSIDERA MAIS ÚTIL PARA SUA PRÁTICA? (PODERIA ESCOLHER MAIS DE UMA OPÇÃO) 98

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CRONOLOGIA DA EVOLUÇÃO DA IA 20
QUADRO 2: FERRAMENTAS DE IA PARA AUXILIAR O APRENDIZADO DOS ALUNOS 27
QUADRO 3: FERRAMENTAS DE IA PARA AUXILIAR O TRABALHO DOCENTE 32
QUADRO 4: ESTRUTURA DE ALTO NÍVEL DO MRCP-IA 36
QUADRO 9: FORMAS DE INICIAR UMA AULA DE MATEMÁTICA 73
QUADRO 10: MOTIVOS PARA NÃO PARTICIPAR DE CURSOS DE FORMAÇÃO CONTINUADA (MAIS DE UMA MARCAÇÃO) 75
QUADRO 11: CATEGORIZAÇÃO TEMÁTICA DAS RESPOSTAS ABERTAS 87
QUADRO 12: SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO CURSO SOBRE IA 93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 18

2.1 MARCO HISTÓRICO DA IA 18

2.2 A IA CORROBORANDO A PRÁTICA DOCENTE 31

2.3 ÉTICA NA PESQUISA E NOS USOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL 34

3 METODOLOGIA 39

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: Revisão Sistemática da Literatura (RSL) 39

3.1.1 Fluxo metodológico da condução: protocolo, busca em bases e gestão do corpus no *Parsifal* 41

3.1.2 RSL1: Tecnologias digitais no ensino de matemática: revisão sistemática com foco no professor (1996-2010). 45

3.1.3 RSL2: Inteligência Artificial no trabalho pedagógico de professores que ensinam matemática (2010-2025). 52

3.1.4 Síntese integradora das evidências: tecnologias digitais e IA no trabalho docente de Matemática (1996-2025) 54

3.2 PESQUISA DE CAMPO 56

3.2.1 Pesquisa diagnóstica inicial (135 respondentes) 56

3.2.2 2ª Etapa da pesquisa de campo e os encontros formativos 60

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS: EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS 63

4.1 EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS: PERFIL, CONDIÇÕES DE TRABALHO E USO DE TECNOLOGIAS 63

4.2 EVIDÊNCIAS QUALITATIVAS (QUESTÕES ABERTAS) 86

5 ARQUITETURA DO CURSO: ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL MATIAS 90

5.1 APRESENTAÇÃO DO CURSO: BASE DO PRODUTO EDUCACIONAL 90

5.1.1 Público-alvo e formato 90

5.1.2 Duração e recursos necessários 90

5.2 JUSTIFICATIVA 90

5.3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS DO CURSO 92

5.4 COMPETÊNCIAS E RESULTADOS ESPERADOS DOS PARTICIPANTES 92

5.5 METODOLOGIA 93

5.6 ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO 94

5.7 AVALIAÇÃO E PERCEPÇÕES DOS PARTICIPANTES SOBRE O CURSO 95

6 CONSIDERAÇÕES 101

REFERÊNCIAS 105

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA 110

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE FREQUÊNCIA E AVALIAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO 114

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) 125

ANEXO B - TERMO PÓS-ESCLARECIDO 127

ANEXO C – MARCO REFERENCIAL DE COMPETÊNCIAS EM IA PARA PROFESSORES (Publicado em 2025 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) 128

1 INTRODUÇÃO

O ensino e a aprendizagem de Matemática na Educação Básica constituem um desafio persistente, evidenciado por resultados de avaliações em larga escala e por dificuldades vivenciadas no cotidiano escolar. Trata-se de um cenário multifacetado, no qual se articulam dimensões pedagógicas e estruturais, incluindo lacunas de aprendizagem, heterogeneidade das turmas, condições de trabalho, infraestrutura disponível e aspectos relacionados à formação inicial e continuada de professores.

Nesse contexto, a UNESCO assinala que avaliações nacionais e internacionais têm indicado que parte significativa dos estudantes não atinge os conhecimentos e competências matemáticas esperados ao final da escolarização básica, apontando desafios associados, entre outros fatores, às práticas de ensino, à avaliação, à condição e formação docente, às desigualdades e aos desafios tecnológicos (UNESCO, 2016). Assim, a discussão sobre melhoria do ensino de Matemática envolve não apenas mudanças curriculares e metodológicas, mas também a compreensão das condições reais do trabalho pedagógico e das mediações necessárias para que recursos tecnológicos sejam incorporados de modo significativo.

A expansão recente de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) reconfigura esse debate. Ferramentas de IA, especialmente as de natureza generativa e as plataformas digitais com recursos adaptativos, têm sido apresentadas como potenciais apoios ao planejamento, à produção de materiais didáticos, à elaboração e correção de avaliações e ao acompanhamento de estudantes. Ao mesmo tempo, a literatura alerta para limites e riscos relacionados à infraestrutura, à formação docente e a implicações éticas, como vieses e necessidade de validação crítica dos resultados produzidos por sistemas automatizados (Bates; Sangra, 2011; O'Neil, 2016). No campo da Educação Matemática, estudos como os de Santos et al. (2023) discutem possibilidades de uso de ferramentas como o ChatGPT, destacando a centralidade do professor como mediador e a importância de critérios pedagógicos e éticos na integração dessas tecnologias.

Partindo de experiências no ensino de Matemática e da compreensão de que a tecnologia pode, simultaneamente, ampliar possibilidades e introduzir novas demandas ao trabalho docente, esta pesquisa se orienta pela seguinte questão: Como ferramentas de Inteligência Artificial podem apoiar e reconfigurar o trabalho

pedagógico no ensino de Matemática e quais percepções emergem de uma experiência formativa voltada ao uso pedagógico dessas tecnologias por professores da Educação Básica? Diante desse problema, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar como ferramentas de Inteligência Artificial podem apoiar e reconfigurar o trabalho pedagógico no ensino de Matemática, a partir de uma pesquisa diagnóstica e de uma experiência formativa realizada com professores da Educação Básica. Para tanto, realizou-se pesquisa bibliográfica e revisão sistemática de literatura, com apoio da plataforma *Parsif.al*, e aplicou-se um questionário (com questões fechadas e abertas) a 135 professores de Matemática da Educação Básica, buscando identificar práticas, demandas de tempo e desafios percebidos no cotidiano. Com base nesse diagnóstico, realizou-se um curso formativo com 79 professores de Matemática da Educação Básica, voltado ao uso pedagógico de ferramentas de IA, cujas avaliações e percepções subsidiaram a elaboração de um produto educacional na forma de manual prático, orientado a tarefas docentes recorrentes e à adoção crítica e responsável dessas tecnologias.

A dissertação está organizada em seções que apresentam: (i) a fundamentação teórica e o estado do conhecimento sobre IA e trabalho docente no ensino de Matemática; (ii) os procedimentos metodológicos; (iii) a análise dos dados quantitativos e qualitativos; (iv) a avaliação e as percepções dos participantes do curso formativo sobre IA para professores de Matemática; e (v) as considerações finais, com síntese dos achados e encaminhamentos para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A história demonstra que o estudo e o surgimento de novas tecnologias causam mudanças profundas e inovadoras nos diferentes setores da sociedade. Foi assim com o fogo, a roda, a escrita, o telefone, a rede mundial de computadores e, atualmente, com a popularização da Inteligência Artificial. A IA, tratada como uma tecnologia cognitiva (Da Silva *et al*., 2024), tem transformado a comunicação, a informação e a forma que se conduzem o trabalho das pessoas, e sobretudo, no campo educacional, impactando desde os métodos de ensino até os processos de avaliação.

Enquanto isso, trataremos do assunto da IA começando por diferentes definições do termo, como as que colocam a ênfase na IA como um conjunto de ações inteligentes e as que a referem como a capacidade de realizar tarefas, então executadas apenas por humanos, e indo até a uma compreensão mais ampla do que seria a inteligência e a atividade inteligente, que consideraria também aspectos não-humanos.

Seguidamente, traremos uma sequência de marcos históricos da IA, desde os seus primórdios, até as aplicações mais recentes, e estudaremos as características particulares da Inteligência Artificial Gerativa, na vanguarda da área, a qual representa um avanço específico. Os fundamentos da IA são abrangentes, perfazendo um total de dez detalhados, e incluem uma exposição sobre aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmos. Por fim, discutiremos as aplicações da IA no contexto educacional, com foco nos seus impactos na prática docente. Essa abordagem abrangente visa fornecer uma compreensão sólida do tema, fundamental para as discussões que se propõe nesta pesquisa.

2.1 MARCO HISTÓRICO DA IA

Kaufman (2018) e Oliveira (2018) afirmam que a autodenominação da humanidade (homo) é tida como sábia (sapiens) pela sua aptidão para a inteligência. A tarefa de distinguir homem, animal e máquina tem se tornado cada vez mais difícil, muito porque não há consenso universal na literatura do que venha ser “inteligência”. O que seria inteligência afinal? O que pode distinguir a inteligência humana da artificial? Hoje, classificamos as máquinas como inteligências artificiais, mas o debate

sobre o que vem a ser inteligência e, por extensão, a inteligência artificial em si, ainda é muito presente e alimentado por diferentes abordagens que tentam defini-las.

A dificuldade em definir a inteligência artificial leva diferentes autores a apresentar definições que se aproximem do senso comum. Oliveira (2018) propõe que

> Uma definição de inteligência artificial mais geral e que nos aproxima de um entendimento intuitivo sobre o assunto é a que nos oferecem Lima, Pinheiro e Santos (2014), que afirmam que a I.A. é o conjunto de ações que, se fossem realizadas por um ser humano, seriam consideradas inteligentes. É uma definição que nos chama a comparar as ações dos computadores com as nossas próprias para definirmos se estamos diante de um comportamento inteligente ou não. Em que pese ser uma definição útil, não é de todo precisa, uma vez que há algumas ações que o computador consegue realizar que não traduzem adequadamente um comportamento inteligente (...) (Lima, Pinheiro e Santos, 2014, apud Oliveira, 2018, p. 10).

Assim, podemos compreender a inteligência artificial como o conjunto de ações que, se realizadas por um ser humano, seriam consideradas inteligentes. Após introduzir a inteligência artificial como um conjunto de ações que simulam inteligência humana (Lima, Pinheiro e Santos, 2014 *apud* Oliveira, 2018), é válido observar que alguns estudiosos, como Rosa (2011, *apud* Oliveira 2018), propõem interpretações mais abrangentes. Para esse autor, a IA reside na habilidade dos computadores de responder às atividades que, até então, eram consideradas domínio exclusivo da inteligência humana. Em outras palavras, se uma máquina consegue executar uma tarefa antes restrita aos humanos, ela pode ser vista como orientada por um processo inteligente.

Rosa (2011) nos convida a refletir sobre os limites daquelas atividades consideradas exclusivamente humanas, uma fronteira fluida, constantemente redesenhada pelo progresso da tecnologia. Afinal, definir a IA apenas em relação ao que os humanos fazem de melhor pode ser um tanto limitado. Essa visão antropocêntrica, ao colocar as habilidades humanas como referência central, pode obscurecer outras facetas e possibilidades fascinantes que a inteligência artificial tem a oferecer. É interessante notar que o termo “artificial” se une a “inteligência" justamente porque essa capacidade emerge de nossa própria criação, de nossa engenhosidade em construir máquinas que emulam e, quem sabe, um dia superarão nossas próprias habilidades.

Na perspectiva de Nilson (2009, p.13), IA “é aquela atividade dedicada a tornar máquinas inteligentes, e inteligência é aquela qualidade que permite que uma

entidade funcione apropriadamente e com previsão em seu ambiente". Dessa forma, o autor amplia a definição do que seria IA afirmando que qualquer coisa, entre os humanos, animais e algumas máquinas são inteligentes. Essa definição amplia o campo da discussão sobre a inteligência artificial, gerando novos debates, demonstrando que a definição de inteligência artificial se mostra complexa, e diversos autores trazem diferentes concepção sobre esse conceito.

A complexidade na definição de inteligência artificial, demonstrada pelas diferentes abordagens de diferentes autores, leva a inúmeras inquietações sobre o destino da humanidade com o avanço da IA. Essas inquietações, são constantemente encaradas como pontos nevrálgicos, haja vista a história de seu surgimento desde a antiguidade[1], com o desejo de criação, controle da natureza e ampliação do potencial humano, até os dias atuais que envolvem questões de riscos quanto o acesso ao trabalho, devido à automação de tarefas, e aos direitos humanos, com a preocupação em torno da privacidade dos usuários (De Castro, 2020, p. 97).

O autor faz uma cronologia dos marcos tecnológicos da IA, no escopo do pensamento científico, com objetivo de auxiliar o entendimento do desenvolvimento deste campo de conhecimento, e também demonstra como as preocupações com as tecnologias e os impactos sociais acompanham a sua evolução.

Sendo assim, mergulhar na saga da Inteligência Artificial, desde suas origens remotas até as inovações que nos surpreendem hoje, é um exercício para iluminar os momentos-chave e as engenharias que moldaram esse universo do saber. A trajetória da IA não é uma linha reta, mas sim um emaranhado de ideias e descobertas. Ao analisar sua cronologia, consegue-se identificar os saltos mais evolutivos, os percalços contornados e o impacto de diferentes áreas do conhecimento em sua jornada.

A partir de então, estabelecemos um resumo dos principais marcos históricos, desde os primeiros escritos publicados até as pesquisas e progressos mais recentes.

Quadro 1: Cronologia da evolução da IA

Ano	Evento/Marco	Descrição	Impacto/relevância
1943	Artigo de McCullach e Pitts	Apresenta um modelo matemático que imita o	Forneceu base para formulações acadêmicas

[1] De acordo com De Castro Barbosa (2020), o anseio de criar autômatos inteligentes é uma aspiração da Antiguidade Clássica, refletida nos mitos de Prometeu e Golem, que demonstram a busca humana por simular a inteligência e as capacidades divinas de criação.

	sobre estruturas de raciocínio artificiais	sistema nervoso humano.	sobre IA e modelos computacionais.
1948	Simpósio de Hixon	Encontro de cientistas para discutir o funcionamento da mente humana.	Uniu pesquisadores de diferentes áreas para estudar a mente humana.
1950	Teste de Turing	Máquina emula comunicação humana escrita, visando verificar se ela poderia ser considerada "inteligente".	Primeiro experimento para verificar a inteligência de máquina.
1951	Criação do SNARC[2]	Primeira máquina de rede neural artificial, operando com componentes analógicos e eletromecânicos, simulando um aprendizado.	Forneceu modelos para outras estruturas de rede neural (sistemas computacionais inspirados no cérebro humano).
1956	Conferência de Dartmouth College	O termo "inteligência artificial" é registrado pela primeira vez, delimitando um novo campo de pesquisa.	Definiu o campo da IA como um campo de conhecimento.
1957	Apresentação do *Perceptron*	Algoritmo[3] capaz de classificar resultados.	Algoritmo que processa informações para classificar elementos.
1958	Surgimento da linguagem de programação	Surgimento da linguagem de programação *Lisp*.	Padronização das linguagens de programação dos sistemas de IA e que inspirou as demais posteriores.
1959	Uso do termo *machine learning*[4]	Primeira vez em que se utilizou o termo *machine learning.*	Sistema que dá aos computadores a habilidade de aprender alguma função sem serem previamente programados para tal.
1964	Publicidade da robô Eliza	O primeiro *chatbot*[5] da história baseado em palavras-chave e estruturas sintáticas que imitava uma psicanalista.	Primeira interação avançada entre robô e humano. Eliza aconselhava pacientes como complemento de tratamentos terapêuticos.
1964-1990	Avanços técnicos e científicos da IA	Automatizações, desenvolvimento de algoritmos e linguagem de programação.	Tema ganhava espaço no campo cultural baseando roteiros ficcionistas e cineastas. O computador *Deep Blu*, da *IBM*, ganha em uma partida de xadrez contra o campeão Garry Kasparov.

[2] *Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator* (tradução: Calculadora de reforço analógico neural estocástico).

[3] Conjunto de instruções que permite que um computador aprenda a partir de dados, identifique padrões e realize tarefas complexas de forma autônoma.

[4] Tradução: aprendizado de máquina.

[5] Robô de conversação (Oliveira, 2018, p. 27).

1990-2000	Contribuição de sistemas de IA a rede de computadores e sistemas de navegação	Difusão da internet comercial e desenvolvimento de sistemas de navegação.	Popularização da internet e criação de protótipo da *Google* como navegador.
2000-2008	Estudo da IA para aplicação em carros autônomos	A IA passou a ser estudada para criação de carros com sistemas automáticos.	Uso da IA em carros autodirigíeis e a intensificação de debates sobre as implicações éticas da IA.
2008	Processamento da linguagem natural	Sistemas de IA explorados para tradução da linguagem natural.	Criação de diversos assistentes virtuais como Siri (*Apple*), *Alexa* (*Amazon*), *Cortana* (*Microsoft*) e o próprio *Google* Assistente.
2012	Consolidação da tecnologia *deep learning*[6]	Empresa *Google* lança tecnologia que possui aprendizado profundo e usa redes neurais com maior quantidade de camadas já vistos na história.	Algoritmo para reconhecimento de gatinhos no *YouTube* e o processamento de mais informações, deixando a máquina mais livres para assimilar e classificar elementos.

Fonte: Adaptado de De Castro Barbosa (2020).

A partir da trajetória histórica da IA, percebemos que, na atualidade, ela se expande para regiões sem fronteiras, aplicadas e presentes em nosso cotidiano nos dispositivos móveis, computadores e sistemas tecnológicos que auxiliam e facilitam o nosso dia a dia, iniciando uma revolução que colocará essa tecnologia no mesmo patamar da eletricidade (Kelly, 2017 *apud* Oliveira, 2018). Naquele momento um século atrás, a disponibilização da eletricidade nas residências provocou a eletrificação de inúmeros processos antes manuais, pois:

> Inventores do mundo todo passaram a utilizar a eletricidade para desempenhar papéis que antes dependiam do esforço humano. A geladeira, as batedeiras e liquidificadores, os aquecedores, os barbeadores elétricos e uma miríade de outros aparelhos foram inventados para fazer com eletricidade - ou seja, de maneira automática - tarefas que antes dependiam de musculatura humana. (Kelly, 2017, p. 20).

Diante da expansão da Inteligência Artificial e suas implicações, é importante destacar o surgimento de um novo tipo de IA que tem gerado grande impacto na sociedade: as Inteligências Artificiais Generativas (IA Gen). Essas IAs, ao contrário de

[6] Tradução: aprendizado profundo.

modelos tradicionais que se focam na análise de dados, como demonstrado na cronologia da IA, têm a capacidade de gerar conteúdo original, como textos, imagens, entre outros (Santos, 2023, p. 21). Essa capacidade inovadora desafia a compreensão tradicional do papel da IA e abre um novo leque de possibilidades.

O funcionamento das IA Gen é viabilizado por técnicas de aprendizado de máquina(*machine learning)*. Santos (2023) nos revela que o segredo desse tipo de IA reside na sua habilidade de responder a comandos, denominados de aprendizado de máquina. Sem essa função de "autonomia", elas seriam meras imitadoras, incapazes de criar algo inédito. A criação de gerar textos, músicas ou imagens surge justamente da capacidade desses sistemas de identificar e se moldar a partir dos dados, sem precisarem de um roteiro predefinido para cada tarefa.

Essa ideia de que sistemas "aprendem" a partir de dados sem uma programação explícita é um avanço importante no campo da IA. Além do mais, técnicas avançadas nesse campo do *machine learning* possibilitaram a aprendizagem profunda (*deep learning*), que se utiliza de bases de Redes Neurais Artificiais (RNA)[7], que simulam o funcionamento do cérebro humano, com suas conexões entre neurônios e diferentes camadas, aperfeiçoando o sistema computacional para processar informações, apreender com eles para realizar previsões e/ou classificações. Um dos exemplos mais emblemáticos da atualidade é o *ChatGPT*, uma criação da *OpenAI*[8] que tem conquistado o mundo. A popularidade do *ChatGPT* ilustra o potencial transformador das IA Gen, que florescem graças às técnicas de *machine learning* e *deep learning*.

Nesse contexto, Coelho (2024) complementa Santos (2023) ao explorar a IA Gen e busca compreender a base que sustenta o funcionamento das tecnologias. Portanto, o aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmos de IA são pilares que sustentam as IAs modernas, conceitos interligados e subáreas que formam a base desse campo.

No mundo da IA, o aprendizado de máquina representa a habilidade dos computadores de responderem eficientemente com os dados que possuem, pois as

[7] "Estruturas computacionais inspiradas na complexidade e funcionalidade do cérebro humano". (Santos, 2023, p. 21).

[8] A *OpenAI* é uma empresa de pesquisa e implementação de inteligência artificial. Para obter mais informações sobre a OpenAI, visite https://openai.com/about .

redes neurais, por sua vez, são modelos inspirados do funcionamento do cérebro humano; e os algoritmos de IA são as “receitas” que os computadores seguem para realizar tarefas. Coelho (2024) enfatiza a importância desses conceitos como base fundamental para o funcionamento das IAs modernas, sem o qual elas não poderiam desenvolver sua capacidade de “aprender”, “reconhecer” padrões e “resolver” problemas.

Ainda, segundo Coelho (2024), esses conceitos desempenham papéis cruciais, quando permitem que máquinas respondam a partir de dados, reconheçam padrões e resolvam problemas que podem, em alguns casos específicos e sob certas condições, ser mais céleres que a inteligência humana. A autora continua explicitando cada um dos conceitos e exemplificando-os, a partir de suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento.

Para exemplificar a aplicação do conceito de aprendizado de máquina, Coelho (2024, p. 2) parte de um diagnóstico médico, particularmente na detecção precoce de doenças como o câncer. Essa aplicação do *machine learning* demonstra o potencial da tecnologia para auxiliar profissionais da saúde no diagnóstico precoce de doenças graves como o câncer, o que pode salvar vidas. O aprendizado de máquina é alimentado com grande quantidade de imagens que são previamente rotuladas “com câncer” ou “sem câncer”.

À máquina são apresentados exemplos rotulados durante o treinamento, e ela passa a reconhecer regularidades nos dados. Em alguns contextos específicos, isso pode subsidiar diagnósticos, como os de doenças, com maior celeridade do que métodos tradicionais, desde que o sistema seja treinado com dados robustos e validado adequadamente.

Essa tecnologia possibilita a coleta e preparação de dados, a seleção de um modelo adequado para o problema em questão, o treinamento do modelo com os dados coletados para que ele aprenda a identificar padrões, a avaliação do desempenho do modelo para verificar sua precisão e a realização de previsões ou, até mais importante, a tomada de decisões. Assim como o aprendizado de máquina, as redes neurais também são fundamentais no campo da IA.

Em relação às redes neurais, Coelho (2024) afirma que se trata de um conjunto de algoritmos organizado em camadas de nós (neurônios artificiais), conectados entre si, cuja arquitetura se inspira no funcionamento dos neurônios no

cérebro humano. Essas técnicas são amplamente empregadas em sistemas de visão computacional, como reconhecimento facial e detecção de objetos, entre outros.

Uma rede neural pode ser trabalhada para diferenciar imagens de cães e imagens de gatos. Na composição do sistema, a máquina recebe milhares de imagens rotuladas de cães e de gatos. Cada imagem é processada pelas camadas da rede, que classifica as características de cães e gatos. Após o treinamento, a tecnologia é capaz de identificar com precisão novas imagens de cães e gatos.

Além das redes neurais, os algoritmos de IA também desempenham um papel fundamental na IA. Já no algoritmo de IA, Coelho (2024) menciona que há muitos exemplos de algoritmos usados na IA. Esses algoritmos de IA se baseiam em modelos estatísticos e matemáticos, que respondem e identificam padrões nos dados de entrada e a gerar novos conteúdos que seguem esses padrões.

Uma aplicação muito comum dessa tecnologia é a geração de conteúdo, que respondem, a partir de dados textuais, sonoros e visuais. A partir desse “aprendizado” de dados, geram novos conteúdos como textos, poemas, histórias, músicas e imagens. Os algoritmos de IA utilizados na geração de conteúdo são potencializados, por meio do *machine learning* e do *deep learning*, o que possibilita a geração de novos conteúdos cada vez mais sofisticados e diferentes. Geralmente, os algoritmos de IA cuidam de tarefas relacionadas ao entretenimento, à arte e à educação, auxiliando na criação de materiais didáticos, personalização do ensino e correção de provas, entre outros.

O avanço dessas tecnologias de aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmo de IA desencadeiam um mundo de muitas possibilidades. Enquanto no aprendizado de máquina, os algoritmos respondem com eficácia ao realizar diagnósticos médicos, as redes neurais, inspiradas no cérebro humano, são capazes de reconhecer imagens, a partir da análise de uma grande quantidade de dados e os algoritmos de IA realizam uma diversidade de tarefas criativas a partir de dados como textos, imagens e sons, com conceitos interconectados.

Coelho (2024) sintetiza que a interconexão dessas tecnologias e a sua influência, nas mais diversas áreas da sociedade, demonstram o enorme potencial transformador, desenvolvendo mudanças significativas em áreas como saúde, tecnologia da informação, comércio, transporte e educação. O futuro dessas novas tecnologias promete mudanças ainda mais severas, quebrando paradigmas e

desafiando nossa capacidade de nos apropriarmos de tecnologias cada vez mais inovadoras, tanto em termos técnicos quanto em termos éticos e sociais. Diante desse potencial transformador é crucial explorar como essas tecnologias têm sido aplicadas e transformado o campo da educação.

É difícil pensar em um futuro da educação sem a integração com a tecnologia e, mais especificamente, com a Inteligência Artificial. Uma parte significativa da população brasileira cresce familiarizada com *smartphones* e outros recursos que surgem diariamente e que têm se tornado indispensáveis para o mundo do trabalho e o exercício da cidadania (CIEB, 2024, p. 5).

Dados divulgados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2023) revelam que, em 2023, o Brasil possuia dois dispositivos digitais por habitante, considerando *smartphones*, tablets, *notebooks* e computadores. A pesquisa vai ao encontro da ideia de que a tecnologia se tornou parte essencial do cotidiano da população brasileira, em especial as novas gerações. A partir disso, é essencial analisar as diferentes formas que a IA tem sido aplicada na educação, seus benefícios e desafios.

Diante da importância da tecnologia na educação, é preciso analisar as tecnologias educacionais, com base em IA que já vêm sendo amplamente aplicadas nesse campo. Uma das utilizações mais populares nos sistemas educacionais, segundo Vicari (2021, p. 78), são os “Sistemas Tutores Inteligentes (STI), definidos como plataformas e softwares, que utilizam recursos de IA para personalizar a aprendizagem e auxiliar o processo de ensino, unificando tecnologias com bases em IA. Essa popularidade se dá pela capacidade de personalizar o ensino e de fornecer *feedback* individualizado aos alunos.

Para entender melhor o funcionamento dos STIs, Vacari (2021) explica que nessa categoria de STI, existem tecnologias que são capazes de fazer o processamento de textos, vídeos e apresentações em *PowerPoint* e até realizar resumos de todos os anteriores, utilizando técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para sintetizar as informações mais relevantes e facilitar o aprendizado dos alunos, registrando o histórico de interações com a máquina, o estilo de aprendizagem, e com base nesse histórico, recomendando conteúdos pedagógicos, sugerindo por exemplo exercícios de equações do 1º grau porque o sistema diagnosticou que o aluno tem errado essas questões ou que não teve um aprendizado adequado.

Atualmente no meio digital, existem inúmeras ferramentas que otimizam o processo de aprendizado, auxiliados pela tecnologia STI. Dentre essas, Giraffa (2023, p.7) cita:

Quadro 2: Ferramentas de IA para Auxiliar o Aprendizado dos Alunos

Ferramentas	Descrição
AVATUTOR	Sistema da internet que auxilia o ensino de programação fornecendo *feedback* personalizado e auxílio na resolução de problemas.
CARNEGIE LEARNING (Cognitive Tutor)	Plataforma de conteúdo de matemática que oferece *feedback* personalizado aos estudantes, adapta o ritmo de aprendizagem e disponibiliza suporte individualizado para melhorar o desempenho do aluno.
MATHWAY	Aplicativo que utiliza IA e que fornece soluções passo a passo e detalhadas de problemas de matemática. Esse recurso também disponibiliza explicação detalhada de como resolver questão de matemática.

Fonte: Adaptado de Giraffa (2023).

Para além dos STIs, as IAs também são utilizadas no campo do Aprendizado Adaptativo. Nessa subárea, o objetivo é criar ambientes de aprendizagem, que se ajustam automaticamente às características e preferências individuais do estudante. Isso envolve a adaptação do conteúdo, métodos de ensino e ritmo de aprendizado, o que as tornam semelhantes aos STIs, mas com uma forma de organização diferenciada.

Como exemplos, Giraffa (2023, p. 123) menciona plataformas como o *DreamBox*, que disponibiliza conteúdos de Matemática para o ensino fundamental, adaptando-os em função do desempenho do estudante na resolução dos problemas propostos. O *Knewton*, que utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para personalizar o conteúdo e a instrução com base nas habilidades e necessidades de cada estudante. O *Smart Sparrow*, que oferece conteúdos para ciência, tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) e que permite que os educadores personalizem o conteúdo e a instrução, com base nas necessidades e habilidades de cada um.

Além do uso da IA, as tecnologias como os STIs podem ser utilizadas não somente para alunos, mas também por professores, trazendo a reboque disso novas possibilidades de impacto diretamente no processo de ensino e aprendizagem, como a otimização do tempo, a personalização do ensino e a criação de experiências de aprendizado mais interessantes.

Santos et al. (2023) destacam a potencialidade da IA para transformar o processo de ensino-aprendizagem. Com as novas tecnologias com base em IA, docentes podem automatizar tarefas que antes eram consideradas exclusivamente burocráticas e repetitivas, como correção de provas ou de trabalhos escolares, planejamento de aulas, roteiro de projetos educacionais, etc. (CIEB, 2024) aponta para a possibilidade de docentes automatizarem tarefas burocráticas, "como forma de acelerar o próprio trabalho" (2024, p.12).

A IA oferece conteúdos valiosos para otimizar o trabalho dos professores. Além dos STI que, conforme explica Vacari (2021), personalizam o ensino e oferecem *feedback* individualizado, e das plataformas de aprendizado adaptativo, que, segundo Giraffa (2023), ajustam o conteúdo e o ritmo do aprendizado, os docentes podem se beneficiar de diversas outras aplicações. As ferramentas de IA auxiliam os professores a automatizar tarefas repetitivas, como a correção de provas, o planejamento de aulas e a criação de roteiros, otimizando o seu tempo e permitindo que se concentrem na interação com os alunos e em atividades mais complexas (CIEB, 2024).

Nesse sentido, as tecnologias de Processamento de Linguagem Natural (PLN) se destacam por sua capacidade de analisar e resumir textos, vídeos e apresentações, auxiliando na preparação de materiais didáticos. Um exemplo, é o *ChatGPT*, que, conforme apresentado no estudo de Santos et al. (2023), tem se mostrado um poderoso assistente na criação de roteiros, materiais e na resolução de exercícios matemáticos, com uma capacidade de responder a perguntas e adaptar as informações ao nível e às habilidades dos alunos. Essas ferramentas representam um avanço para o processo de ensino e aprendizagem em matemática, com o objetivo de personalizar o aprendizado e oferecer um suporte eficiente tanto para alunos quanto para professores.

Isso ocorre porque ferramentas como o *ChatGPT* operam a partir de mecanismos computacionais capazes de reconhecer padrões linguísticos e classificar informações para produzir respostas coerentes. Souto (2025) amplia a discussão ao afirmar que

> Uma IA é composta por um conjunto de tecnologias que, com base em algoritmos e modelos computacionais, reproduz certas capacidades humanas, tais como raciocínio, deliberação, resolução de problemas, entre outras. (...) A Inteligência Artificial é um campo amplo que abrange sistemas computacionais capazes de simular comportamentos inteligentes, como

> reconhecer padrões, tomar decisões, prever resultados ou classificar informações (...). (Souto, 2025, p. 21).

Ainda no campo da IA na educação, destaca-se a aplicação das técnicas de Análise de Dados Educacionais (*Educational Data Analytics* - EDA), em que as ferramentas de IA são usadas para analisar grandes conjuntos de dados educacionais, tais como notas, registros de presença, desempenho em testes, entre outros. O objetivo dessa aplicação é extrair padrões que possam melhorar o planejamento e o desenvolvimento de estratégias educacionais. Giraffa (2023, p. 124) menciona, como exemplos de uso do EDA, a análise de dados educacionais para prever o desempenho acadêmico dos estudantes, identificar áreas de melhoria no ensino, avaliar a eficácia de programas educacionais, monitorar o progresso dos estudantes e a predição da evasão escolar.

As ferramentas de Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural também são utilizadas no campo da IA na educação. Essa subárea envolve o uso de técnicas de processamento de linguagem natural e reconhecimento de fala para criar sistemas que possam interagir e compreender a linguagem falada e escrita (Giraffa, 2023, p. 124). O uso mais comum dessa tecnologia se dá em *chatbots* educacionais, que são assistentes virtuais de aprendizado e avaliação automatizada de textos, como *IBM Watson Teacher Advisor*[9]*,* projetado para auxiliar os professores no planejamento de aulas e no desenvolvimento de estratégias de ensino. Esse *chatbot* permite que os professores interajam com ele para obter recomendações personalizadas, com base nas necessidades específicas de seus estudantes.

As tecnologias de IA têm sido aplicadas em outras áreas da educação, como em ambientes de gamificação e simulação, que criam experiências de aprendizado imersivas e motivadoras; em modelos de predição e recomendação, que personalizam o percurso de aprendizado de cada aluno com base em seus dados e necessidades; e em ambientes de realidade virtual e aumentada, que permitem aos alunos explorar cenários educacionais em um ambiente controlado. Essas diversas aplicações demonstram o potencial da IA para transformar a educação e para agregar benefícios ao processo de ensino-aprendizagem.

A IA tem demonstrado um potencial significativo para transformar positivamente o cenário educacional e para além da capacidade de personalização do ensino, que

[9] Tradução: Consultor de professores do *IBM Watson* (Disponível em: *https://www.ibm.com/br-pt/think/artificial-intelligence*)

permite adaptar os métodos de aprendizagem às necessidades individuais de cada aluno. Também possibilita o fornecimento de *feedback* imediato e específico, auxiliando no processo de aprendizagem (Da Silva *et al*., 2024).

Ademais, a tecnologia permite um aumento da eficiência em diversas tarefas, com a automatização de atividades repetitivas e a otimização do tempo dos professores (CIEB, 2024). A criação de experiências de aprendizado mais interativas e envolventes, por meio de recursos como jogos e simulações, e a identificação de alunos com deficiência de aprendizado e a personalização do acompanhamento (Giraffa, 2023) são outros benefícios que essa tecnologia pode agregar ao processo educativo, enriquecendo a experiência de alunos e professores.

Embora a IA apresente inúmeros benefícios para a educação, é fundamental analisar criticamente os desafios e riscos que acompanham sua implementação. Um dos principais pontos de preocupação é a exclusão digital, na qual alunos sem acesso à tecnologia podem ser ainda mais marginalizados no sistema educacional (Bates & Sangra, 2011). Além disso, há o risco de vieses algorítmicos, ou seja, a possibilidade de os algoritmos utilizados pela IA reproduzirem e perpetuarem desigualdades sociais, ao discriminarem certos grupos (O'Neil, 2016).

A preocupação com a perda da interação humana também é importante, dado o risco de reduzir a relevância da relação professor-aluno e da interação social no processo de aprendizagem, que são essenciais para o desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais (Kop, 2011). Somam-se a essas questões as preocupações com a privacidade, dado o risco de exposição de dados pessoais de alunos, os desafios para a formação de professores, que precisam de capacitação para utilizar a IA de forma eficaz, e os custos que podem dificultar a implementação das tecnologias de IA (Means *et al*., 2009).

Para além desses desafios práticos, é imperativo que a implementação da IA na educação seja guiada por uma sólida reflexão ética, considerando a necessidade de garantir a autonomia dos alunos, a responsabilidade dos professores e a importância da transparência no uso da IA (Miao, 2021). A aplicação da IA no setor da educação requer um olhar atento para que os ganhos que ela proporciona não sejam em detrimento da inclusão, equidade e do desenvolvimento humano.

2.2 A IA CORROBORANDO A PRÁTICA DOCENTE

Explorando o impacto da IA na educação, este estudo volta o olhar para a sua manifestação na prática docente. A literatura acadêmica tem se dedicado a investigar o potencial da IA para transformar o ensino e a aprendizagem, com estudos mostrando seu papel no planejamento de aulas, na personalização do ensino para atender às necessidades dos estudantes, no *feedback* individualizado, na comunicação e interação, e na otimização de tarefas, como a correção de provas e demais atividades de planejamento. Embora as aplicações da IA sejam muitas e diversas, é fundamental ter uma visão crítica sobre seu uso, buscando aprimorar o ensino e não substituí-lo.

Os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), como *Avatutor*[10] e *Cognitive Tutor*[11], são exemplos de como a IA pode fornecer orientação individualizada, adaptando o ritmo de aprendizagem, enquanto o *Duolingo*[12] demonstra sua capacidade para o aprendizado de idiomas. As plataformas de *learning analytics* [13](EDA) usam dados para prever evasão e lacunas na aprendizagem, e *chatbots* como *IBM Watson Teacher* Advisor, auxiliam no planejamento e na interação com os estudantes. Ferramentas como o *ChatGPT*, que se baseia em aprendizado de máquina e redes neurais, também tem despertado atenção por sua capacidade de gerar textos e resolver problemas, mas como apontado por Santos et al. (2023), é fundamental o olhar atento do professor para as suas limitações. A visão de outros autores, como Rosa (2011) e Nilsson (2009), que apontam diferentes definições de IA, também nos convida a aprofundar o debate.

A plataforma *Teachy*[14], conforme relatado na Revista Educação (2024), demonstra o potencial da IA para otimizar o tempo do professor na preparação de aulas, ao mesmo tempo em que respeita a sua autonomia e metodologia. A plataforma oferece sugestões de conteúdos, ferramentas e recursos pedagógicos, e sistemas de

---

[10] EPUSP – ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. *Laboratório de técnicas inteligentes*. São Paulo: LTI, 2025. Disponível em: https://pcs.usp.br/lti/. Acesso em: 30 out. 2025.

[11] CARNEGIE LEARNING. *The cognitive tutor*: applying cognitive science to education. Pittsburgh: Carnegie Learning, 2025. Disponível em: https://www.carnegielearning.com/. Acesso em: 31 out. 2025.

[12] DUOLINGO. *O jeito grátis, divertido e eficaz de aprender um idioma!*. [*S. l.*]*:* Duolingo, 2025. 1 software. Disponível em: https://pt.duolingo.com/. Acesso em: 30 out. 2025.

[13] Tradução: Análise de dados de aprendizagem.

[14] Teachy. Assistente de IA para professores. Teachy, 2025. Disponível em: https://www.teachy.com.br/pt-BR Acesso em 03 nov. 2025.

correção automatizada, e demonstra a relevância da tecnologia para o cotidiano da docência.

Da mesma forma, a reportagem da *BBC News* (Idoeta, 2017) sobre o uso da plataforma *Geekie*[15] no Brasil e em outras partes do mundo traz um panorama sobre as diversas aplicações da IA na educação, seja para o ensino personalizado ou para o *feedback* de professores e alunos, mas também ressalta a necessidade de infraestrutura para a sua utilização e dos riscos relacionados à privacidade dos dados.

O *ChatGPT*, por exemplo, tem sido utilizado como recurso de apoio no ensino da matemática. Santos et al. (2023) apresentam uma análise valiosa do potencial prático do *ChatGPT* para auxiliar o trabalho dos professores de matemática. Os autores exploram a capacidade do *ChatGPT* de gerar resoluções, passo a passo, de problemas matemáticos, criar listas de exercícios sobre tópicos específicos, e produzir planos de aula detalhados.

Essa análise demonstra como o *ChatGPT* pode ir além de meramente fornecer respostas corretas, mas também pode auxiliar na organização do processo de ensino, economizando tempo do professor no planejamento e na criação de materiais didáticos. Além disso, o *ChatGPT* pode ajudar a personalizar o ensino ao oferecer atividades diferenciadas e adaptadas às necessidades específicas de cada estudante, demonstrando o seu potencial como ferramenta de suporte à aprendizagem.

Algumas ferramentas tecnológicas disponíveis que podem contribuir para otimizar o trabalho docente no processo de ensino e propõe um salto exponencial para a potencialidade desse processo são as seguintes:

Quadro 3: Ferramentas de IA para Auxiliar o Trabalho Docente

Ferramentas	Descrição
ChatGPT[16]	É um assistente de inteligência artificial que auxilia professores na criação de materiais didáticos, planejamento de aulas, elaboração de questões, correção de atividades e personalização do ensino, otimizando o ritmo e facilitando trabalhos pedagógicos.
Google AI Studio[17]	É uma plataforma do *Google* que permite criar e testar modelos de inteligência artificial de forma acessível e intuitiva. Pode ser utilizado por professores para desenvolver aplicações educacionais, gerar resumos automáticos, criar conteúdo, corrigir atividades por scaner e personalizar materiais didáticos. É muito acessível porque é 100% grátis para as funções que oferecem aos docentes.

[15] *https://www.geekie.com.br/*

[16] *https://chatgpt.com/*

[17] *https://aistudio.google.com/app/prompts/new_chat*

Perplexity[18]	É uma plataforma de busca e pesquisa assistida por inteligência artificial que auxilia professores na localização rápida de informações e na síntese de conteúdos com base em fontes consultadas, apoiando a curadoria de materiais didáticos, a elaboração de resumos, roteiros de aula e levantamento de referências para atividades e projetos. Pode contribuir para a verificação e comparação de fontes.
Teachy[19]	Também é uma plataforma de inteligência artificial voltada para professores e alunos, oferecendo banco de questões, planos de aula, atividades e recursos interativos. Além disso, permite a criação de simulados personalizados e fornece suporte com IA para planejamento e correção de atividades, otimizando o ritmo dos docentes.
Fobizz[20]	Uma IA para professores que querem criar aulas e cursos online automaticamente.
Quizgrcko[21]	É uma IA para criação de questionários, facilitando a elaboração de tarefas para alunos.
Gamma App[22]	É uma plataforma que cria apresentações profissionais de aulas com ajuda da IA: designs automatizados, transições, imagens, etc.
NotebookLM[23]	É uma ferramenta de IA do *Google* que auxilia professores na organização e síntese de materiais (textos, PDFs, links e anotações) ao permitir que o usuário "converse" com um caderno baseado nas fontes inseridas. Pode apoiar a preparação de aulas e a produção de resumos, roteiros, perguntas, guias de estudo e materiais de revisão, com respostas ancoradas nos documentos fornecidos, favorecendo a curadoria e o acompanhamento do conteúdo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Diante desse contexto, é importante ressaltar a necessidade de uma análise crítica e aprofundada das diferentes perspectivas sobre IA. As abordagens técnicas que fundamentam seu desenvolvimento, os impactos sociais e éticos da tecnologia, e as diferentes definições de IA, como a de Lima, Pinheiro e Santos (2014), que a definem como ações que, se realizadas por humanos, seriam consideradas inteligentes, precisam ser consideradas. É necessário não apenas utilizar a IA, mas também compreendê-la e dominar suas complexidades, para que ela seja um instrumento para a melhoria do ensino e do aprendizado.

Em suma, a IA na docência se apresenta como uma oportunidade para otimizar o trabalho do professor e para personalizar a aprendizagem dos estudantes. Contudo, é preciso que o professor esteja preparado para usar esses recursos de forma

[18] *https://www.perplexity.ai/*
[19] *https://www.teachy.com.br/*
[20] *https://www.aixploria.com/en/fobizz/*
[21] *https://www.aixploria.com/en/quizgecko/*
[22] *https://gamma.app/*
[23] *https://notebooklm.google.com/*

consciente, ética e responsável, utilizando os benefícios da tecnologia sem que a interação humana seja secundarizada. É preciso que a reflexão seja a palavra de ordem, para que os docentes possam, a partir de um conhecimento aprofundado da IA, utilizá-la em sua prática pedagógica de forma crítica e construtiva, fazendo da IA um excelente assistente de ensino artificialmente inteligente.

2.3 ÉTICA NA PESQUISA E NOS USOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Nesta seção vamos comentar algumas nuances, quanto ao tema da Ética, na pesquisa em educação, porém nos atentamos ao envolvimento dos seres humanos em contextos institucionais, e especialmente nas pesquisas no campo das tecnologias, que antemão procuramos seguir um rigor ético, considerados compatíveis com a complexidade das relações estabelecidas entre pesquisador e participantes. No caso dessa pesquisa, tivemos o cuidado de criar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) presente no formulário, a qual foi devidamente aceito pelos colaboradores, que se dispuseram a responder o documento de pesquisa de campo.

Buscamos algumas leituras, em teses, dissertações e artigos sobre o tema da ética, no campo da pesquisa em educação e, entendemos que esse tipo de pesquisa não se restringe ao cumprimento de normas legais, mas deve envolver uma postura reflexiva, crítica e comprometida com a dignidade humana e os cuidados a itens que podem comprometer uma postura adequada com as perguntas e indicações de respostas aos respondentes.

Para a seção trazemos quatro categorias centrais, na pesquisa educacional, que tiveram a participação de “seres humanos”, em que mesmo sendo um questionário online, percebemos que atendemos à autonomia, beneficência e não maleficência, justiça, e responsabilidade social do pesquisador.

Sabemos de muitas questões em que pese à ética na pesquisa, mas corroboramos nossas imbricações com o ensaio de Britto e Colares (2023), quando nos chamam à atenção sobre a atual tendência de caráter protocolar que se tem dado à aplicação da ética na pesquisa. Os autores contra argumentam que ela não só escapa propriamente aos fundamentos da questão, como não contribui para a qualificação e o desenvolvimento nem da pesquisa em educação nem da formação

em nível de pós-graduação. Os argumentos são pertinentes, visto que podemos tender, ou atender a vários “quesitos” implícitos na pesquisa, que não fecha em si.

Ratifica-se o questionamento sobre os fundamentos da ética, trazidos pelos autores, assumindo que ela, como criação humana, faz-se na história e não se confunde com nenhum tipo de regramento, ainda que possa inspirar normas e leis. Ainda que tenhamos que cumprir ritos e documentações, o princípio ético perpassa todo o processo de pesquisa.

Britto e Colares (2023) destacam os desafios para a organização e ao funcionamento dos programas de pós-graduação e indicam como necessidade uma revisão profunda, tanto do que se entende por comitê de ética, como das formas de promoção da própria ética, em seu fundamento epistemológico, nos programas de pós-graduação.

Contudo, entendemos que é fundamental o respeito à autonomia dos participantes constituído como um dos pilares éticos da pesquisa com seres humanos. Esse princípio se materializa por meio da assinatura do TCLE, que garante aos sujeitos o direito de decidir sobre sua participação de forma consciente e voluntária na pesquisa acadêmica.

De acordo com Beauchamp e Childress (2019), ao estabelecerem a autonomia como implicação da liberdade de escolha e compreensão adequada das informações fornecidas. Esses autores estabeleceram os princípios deontológicos, na área da saúde, os quais passaram a ser visados por várias áreas. No Brasil, a resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510/2016 [24]reconheceu as especificidades das pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, destacando a necessidade de considerar aspectos culturais, linguísticos e institucionais.

Para Gatti (2012), na pesquisa educacional, o consentimento deve levar em conta as relações de poder presentes nos espaços escolares, evitando qualquer forma de coerção implícita. Neste sentido, a categoria da beneficência está associada ao dever do pesquisador de maximizar os benefícios e minimizar possíveis danos aos participantes.

[24] BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em:https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf. Acesso em 11 dez. 2025.

Nas pesquisas educacionais, os riscos frequentemente são de natureza simbólica, psicológica ou social. Para Belmont (Estados Unidos, 1979)[25], a pesquisa ética deve proteger os sujeitos de danos previsíveis. Flick (2009)[26] ressalta que, os estudos qualitativos, com a exposição de narrativas pessoais exigem cuidados redobrados, tanto com o anonimato e quanto com a confidencialidade.

Nesse cenário Minayo (2014) destaca que a ética em pesquisa qualitativa envolve sensibilidade ética contínua, em todo o processo investigativo, e não apenas na fase inicial de aprovação institucional. Assim, pode-se afirmar que princípio da justiça refere-se à distribuição equitativa dos benefícios e encargos da pesquisa.

Em educação, esse princípio é particularmente relevante quando se investigam grupos vulneráveis, como crianças, adolescentes ou populações socialmente marginalizadas. Babbie (2017) afirma que a seleção dos participantes deve ser eticamente justificada, evitando práticas exploratórias. Nessa perspectiva, Saviani (2008) enfatiza que a pesquisa educacional deve estar comprometida com a superação das desigualdades sociais, não podendo reforçar processos de exclusão ou estigmatização.

Em 2025, a UNESCO publicou o *"Marco referencial de competências em IA para professores"* (MRCP-IA), o qual apresenta os conhecimentos, as habilidades e os valores, que cada professor precisa dominar sobre a IA. Esta publicação descreve cinco dimensões, com quinze competências, categorizadas em adquirir, aprofundar e criar, dentre as quais indicam: "mentalidade centrada no ser humano", "ética da IA", "fundamentos e aplicações de IA", "pedagogia de IA" e "IA para o desenvolvimento profissional". De acordo com a UNESCO, em 2022, apenas sete países tinham desenvolvido marcos referenciais para professores. (UNESCO, 2025, p.3)

Quadro 4: Estrutura de alto nível do MRCP-IA

[25] ESTADOS UNIDOS. Department of Health and Human Services. Office for Human Research Protections. The Belmont Report: ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. 18 Apr. 1979. Disponível em:https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/read-the-belmont-report/index.html. Acesso em: 17 dez. 2025.

[26] FLICK, Uwe. Introdução à pesquisa qualitativa. Tradução Joice Elias Costa – 3ª ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

Aspectos	Progressão		
	Adquirir	Aprofundar	Criar
1. Mentalidade centrada no ser humano	Autonomia humana	Responsabilidade humana	Responsabilidade social
2. Ética da IA	Princípios éticos	Uso seguro e responsável	Criação conjunta de regras éticas
3. Fundamentos e aplicações de IA	Técnicas e aplicações básicas de IA	Habilidades de aplicações	Criação com IA
4. Pedagogia de IA	Ensino assistido por IA	Integração IA-pedagogia	Transformação pedagógica aprimorada por IA
5. IA para o desenvolvimento profissional	IA que permite a aprendizagem profissional ao longo da vida	IA para melhorar a aprendizagem organizacional	IA para apoiar a transformação profissional

Fonte: Compilado de UNESCO (2025).

Para a abordagem encaminhada pela UNESCO, os docentes têm um papel fundamental centrado na ética e no uso inclusivo da IA, com a orientação de alguns princípios básicos, a serem adotados no campo educacional, como findo em: "*Desmistificar a IA*", pois os criadores dos sistemas e das ferramentas podem determinar se teremos potenciais emancipatórios de proteção e melhorias das capacidades humanas ou, se incorporam seus objetivos maliciosos ou preconceitos, os quais podem violar os direitos humanos, minando a autonomia e a capacidade humanas.

Outros princípios estão centrados em: "Entender as ameaças inerentes ao design da IA"; "Garantir que os valores humanos e sociais prevaleçam" e "Direcionar a IA para o desenvolvimento da capacidade humana". Dito isso, subentende-se que aos professores, em especial, entender do funcionamento dos algoritmos, levaria à proteção da autonomia humana e da diversidade linguística e cultural, para além disso, faz-se necessário defender a nossa sociedade comum e o mundo real. Outrossim, considera-se que o uso da IA na escola, sem a devida orientação pedagógica pode fragilizar as aprendizagens.

Neste sentido, o MRCP-IA (2025) aponta que a Ética da IA

> delineia valores éticos essenciais, princípios, regulamentos, leis institucionais e regras práticas que os professores precisam entender e aplicar, extraídos do corpo de conhecimentos em rápida ampliação sobre a ética da IA e suas implicações para a educação. Esse aspecto define a compreensão progressivamente mais profunda dos professores sobre a ética fundamental da IA, as habilidades para fazer uso seguro e responsável de IA, e as competências abrangentes para participar da adaptação das regras éticas. (UNESCO, 2025, p. 23)

De acordo com este documento, uma abordagem centrada em princípios humanos, deve promover o uso com responsabilidades legais e éticas pelos indivíduos. Aos professores cabem as decisões pedagógicas no ensino e usos pelos estudantes, de forma inclusiva.

Por esses vieses, apontamos a responsabilidade social, que uma pesquisa deve ter e ser a dimensão ética que ultrapassa os protocolos formais de pesquisa. Corroborado por Freire (1996), afirma-se que toda produção de conhecimento é um ato ético e político, implicado de compromisso com a transformação social e o respeito à dignidade dos sujeitos.

Dessa forma, cabe ao pesquisador em educação, refletir criticamente sobre os impactos de sua pesquisa, desde a coleta de dados até a divulgação dos resultados. Para Demo (2001), a ética científica está diretamente relacionada à qualidade do conhecimento produzido e à sua relevância social.

À guisa da conclusão, a ética na pesquisa em educação exige uma postura investigativa fundamentada em princípios, que respeitem os sujeitos, os contextos e as finalidades sociais da produção científica. As categorias de autonomia, beneficência, justiça e responsabilidade social oferecem subsídios teóricos e práticos para a condução de pesquisas eticamente comprometidas. Assim, nos coube atender a exigências normativas, atentos à ética na pesquisa educacional compreendida como um exercício contínuo de reflexão crítica e responsabilidade social.

3 METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido teve como procedimento metodológico dois movimentos principais e complementares. O primeiro consistiu na realização de uma Pesquisa Bibliográfica, por meio de buscas em bases oficiais e repositórios de trabalhos acadêmicos, especialmente teses e dissertações, com o intuito de desenvolver uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Para isso, utilizou-se um protocolo de busca e organização dos estudos, seguido do suporte da plataforma Parsif.al, para a qual foram migrados os trabalhos encontrados, possibilitando a leitura, seleção e análise do corpus da pesquisa.

O segundo movimento correspondeu à Pesquisa de Campo, composta inicialmente pela aplicação de um questionário e, posteriormente, pela realização de encontros formativos sobre o uso de Inteligências Artificiais como apoio ao trabalho docente, com a participação de professores que ensinam matemática na Educação Básica.

Nesta seção, os movimentos metodológicos serão apresentados separadamente, por uma questão de organização didática e de melhor compreensão do percurso investigativo. Contudo, compreende-se que, no desenvolvimento da pesquisa, tais movimentos ocorreram de maneira concomitante e articulada, produzindo insumos e dados de natureza qualitativa e quantitativa.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA: Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

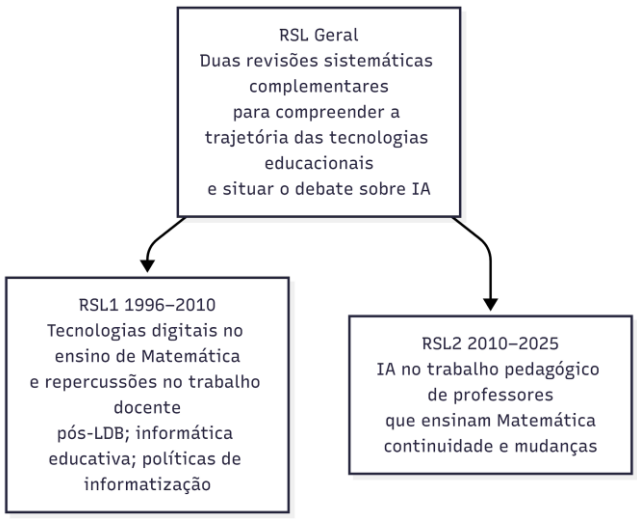
A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é um dos meios para sumarizar estudos relativos a determinados temas de pesquisas científicas. Kitchenham et al. (2009) desenvolveu trabalhos na área de engenharia de *software* que demonstraram a popularidade da realização de RSL, a fim de sistematizar evidências do conhecimento científico e subsidiar pesquisadores sobre a área de estudo que se tem interesse.

Nosso objetivo primário foi de obter evidências na literatura que pudessem subsidiar nossos estudos e refletir sobre a IA no trabalho pedagógico do professor de matemática. Esta etapa foi ao encontro da intenção de uma RSL definida por Kitchenham et al. (2009) que visa identificar, selecionar, avaliar, interpretar e sintetizar os estudos disponíveis que sejam relevantes para um tema de pesquisa ou fenômeno.

Nesta pesquisa, com a finalidade de reunir evidências que sustentasse as análises sobre transformações no trabalho pedagógico do professor que ensina matemática, especialmente diante do avanço das tecnologias digitais e, posteriormente, da IA, decidimos realizar duas revisões sistemáticas complementares a fim de compreender a introdução institucional de recursos digitais (inicialmente associada à informática educativa e ao uso do computador ou laboratório) e sua integração com a prática docente.

Com vistas a investigar essa trajetória e situar o debate contemporâneo sobre a IA, a primeira RSL1 foca o período pós-LDB[27], investigando o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática e suas repercussões no trabalho do professor (1996-2010), inclusive sob a ótica de programas e políticas públicas de informatização da educação. A segunda (RSL2), volta-se à literatura sobre IA no trabalho pedagógico de professores que ensinam matemática (2010-2025), buscando examinar continuidade e/ou mudanças: que expectativas, medos, condições de infraestrutura e demandas formativas emergem, e em que medida a IA reconfigura (ou não) práticas, tempos e decisões dos professores desse período de aproximadamente 30 anos.

Figura 1: Organização das revisões sistemáticas complementares (RSL1 e RSL2) no escopo da pesquisa.



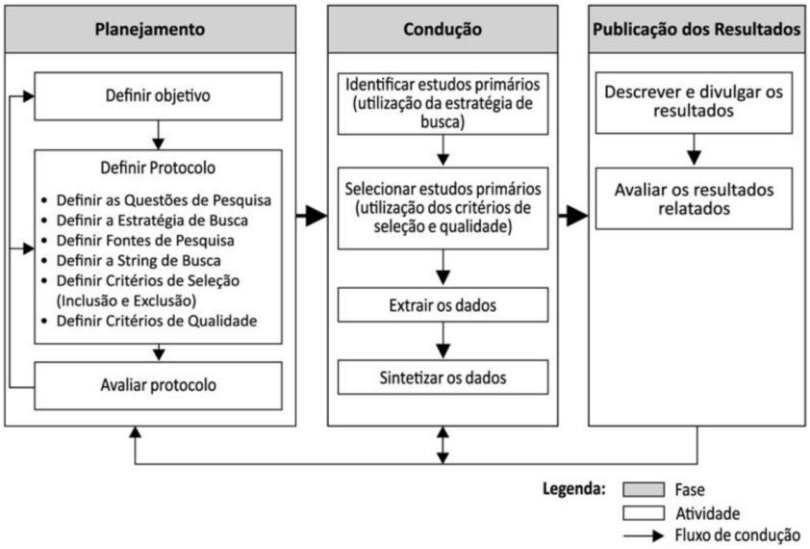
Fonte: Elaboração própria, com suporte de recurso de IA no *Mermaid Live Editor* (2025).

Felizardo (2017) destaca que a RSL é conduzida por meio de um processo composto por uma sequência de fases bem definidas e estruturadas. Assim, seguiu-

[27] Lei de Diretrizes e Bases da Educação.

se à risca as fases e atividades definidas pelo autor (2017), nas fases do planejamento, onde elencou-se objetivos, estabelecimento e avaliação de um protocolo; na condução, com a identificação e seleção de estudos primários, extração e síntese de dados; e por último, os resultados, em que se descreveu e avaliou-se os achados a serem publicados nesta Dissertação. Esse fluxo, pode ser projetado, conforme demonstrado pelo autor (Figura 2).

Figura 2: Fases e atividades do processo de revisão sistemática



Fonte: Felizardo (2017, p. 19).

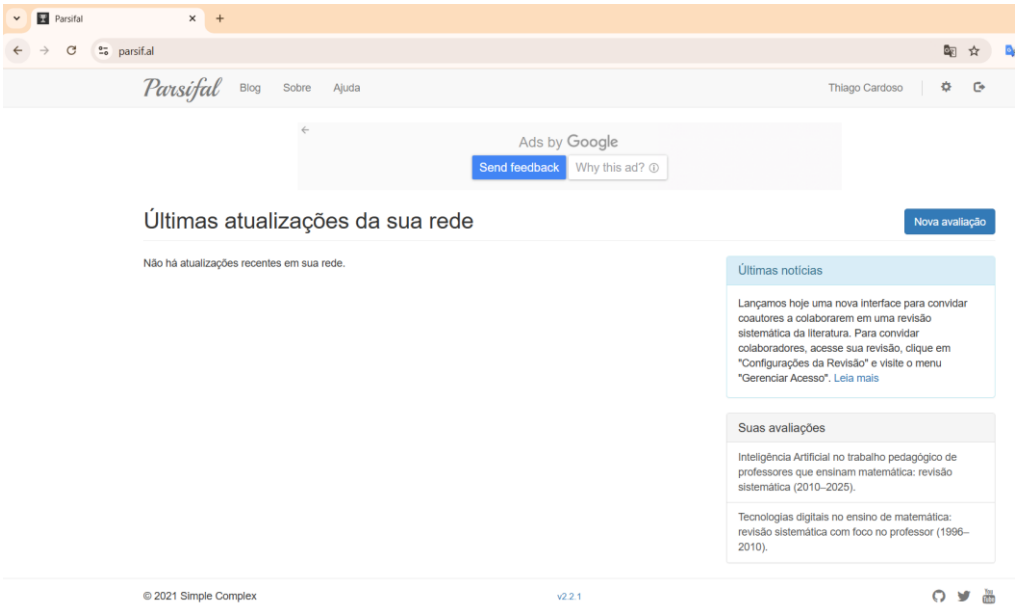
Diante desse encadeamento metodológico, esta pesquisa adotou as fases de planejamento, condução e resultados, assegurando que a seleção do corpus e a síntese das evidências fossem realizadas de modo transparente, rastreável e replicável. Assim, a etapa de condução foi operacionalizada por meio de um protocolo (Felizardo, 2017, p. 28-29). previamente definido, com estratégia de busca, critérios de inclusão/exclusão e avaliação de qualidade, seguido da extração e síntese dos dados. Na subseção a seguir, detalha-se o fluxo metodológico adotado para a condução da RSL, contemplando a elaboração do protocolo, a busca nas bases e a gestão do corpus em uma plataforma *online* que auxilia pesquisadores no processo de RSL.

3.1.1 Fluxo metodológico da condução: protocolo, busca em bases e gestão do corpus no *Parsifal*

A condução desta RSL foi realizada a partir de um protocolo previamente definido (Felizardo, 2017), com o objetivo de garantir transparência, rastreabilidade e reprodutibilidade das etapas. A operacionalização do processo foi organizada em fluxo sequencial: (i) elaboração e validação do protocolo; (ii) levantamento do corpus em bases selecionadas; (iii) padronização e importação dos registros na plataforma *Parsifal*[28]; (iv) triagem e organização do material no ambiente da plataforma; e (v) exportação dos resultados para análise e discussão.

Para a efetividade do trabalho, utilizamos como suporte de tarefa a Plataforma *Parsifal*[29]. Esta é uma plataforma *online* desenvolvida para dar suporte a pesquisadores no processo de revisão bibliográfica. A ferramenta foi pensada para que grupos de pesquisadores possam à distância trabalhar em revisões bibliográficas. Ela funciona como uma espécie de rede social. Cria-se um perfil de acesso e os chamados *"reviews"* criados ficam disponíveis no perfil. Caso haja permissão, dentro de cada *"review"* ficam os detalhes sobre a pesquisa e sobre a revisão bibliográfica realizados.

Figura 3: Captura de tela da área de trabalho do Parsifal



Fonte: produzido pelo autor (2026). *Parsifal* [plataforma *online*][30], 2021.

[28] O site para acessar a plataforma é *https://parsif.al/*. A plataforma é gratuita e faz-se necessário cadastro para utilizá-la.

[29] Para maior detalhamento operacional sobre o uso da plataforma Parsifal no desenvolvimento de revisões sistemáticas, recomenda-se o tutorial disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1k6N53l19hM. Acesso em: 08 jan. 2026.

[30] Disponível em: https://parsif.al\. Acesso em: 13 jan. 2026.

A plataforma oferece diversas funcionalidades, que auxiliam no processo de revisão bibliográfica para as diversas pesquisas. A navegação é intuitiva, facilitando o processo de aprendizagem. (TUTORIAL, FEAUSP, 2025).

Na etapa de levantamento bibliográfico, as buscas foram realizadas em duas fontes principais: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD[31]) e o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES[32]). Os resultados recuperados foram exportados em formatos compatíveis com gerenciadores de referência: na BDTD, os registros foram baixados no formato *.RIS*; no portal da CAPES, os registros foram obtidos em *.BibTeX* (*.bib*). Essa padronização inicial foi importante para viabilizar a integração dos dados em uma única plataforma de condução da RSL.

Como o *Parsifal* aceita a importação de registros no formato *.bib*, foi necessário converter os arquivos obtidos na BDTD (formato .RIS) para BibTeX antes da importação. Para isso, utilizou-se o *ChatGPT* como ferramenta de apoio técnico à conversão[33] bibliográfica, transformando os metadados *.RIS* em registros *BibTeX*, preservando os campos essenciais (autoria, título, ano, tipo de documento, fonte e identificadores). Após a conversão, os arquivos provenientes da BDTD e do portal da CAPES foram integrados no *Parsifal*, permitindo centralizar e padronizar o corpus a ser analisado.

Com os registros importados, a condução da revisão ocorreu no ambiente do *Parsifal*, que organiza o processo em módulos/abas que apoiam as fases típicas de uma RSL, como planejamento, realização, análises e relatórios. Nessa etapa, foram utilizados os recursos da plataforma para organizar os estudos, aplicar critérios de seleção, registrar decisões e sistematizar informações necessárias à extração e à síntese dos achados, conforme o protocolo estabelecido.

No ambiente do *Parsifal*, inicialmente foi criado um projeto de revisão ("*review*"), no qual foram cadastrados os objetivos da pesquisa, questões norteadoras,

[31] https://bdtd.ibict.br/

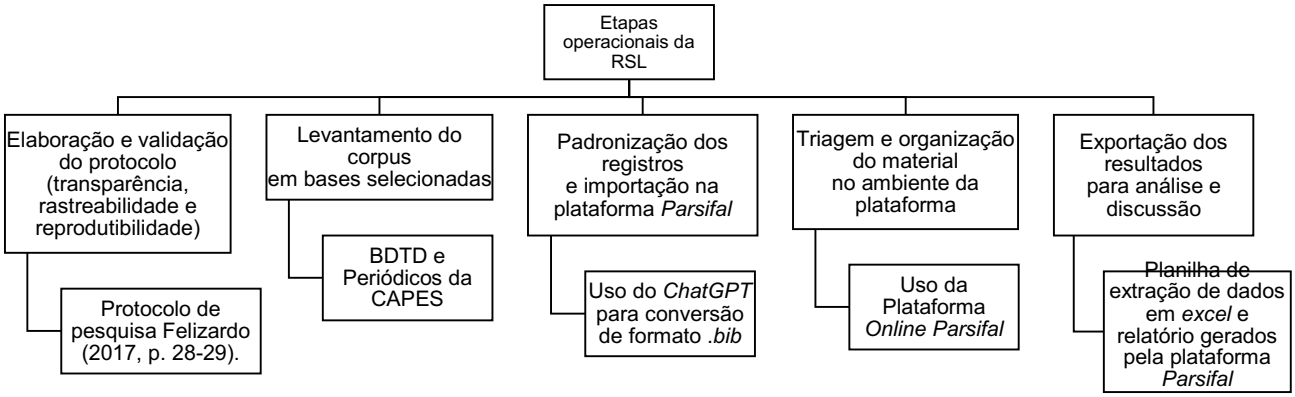
[32] https://www.periodicos.capes.gov.br/

[33] Nesta etapa, utilizou-se o *ChatGPT* como ferramenta de IA para auxiliar na conversão e normalização de metadados bibliográficos (*RIS* para *BibTeX*), viabilizando a integração de registros de diferentes bases no *Parsifal*. A IA foi empregada como suporte operacional, contribuindo para reduzir tempo de formatação e retrabalho em tarefas repetitivas, sem substituir as decisões metodológicas da revisão. Após a conversão automática, realizou-se verificação manual dos campos essenciais (autoria, título, ano, tipo documental e fonte), assegurando consistência e rastreabilidade.

critérios de inclusão e exclusão e estratégias de busca. Em seguida, os registros bibliográficos importados das bases foram organizados automaticamente pela plataforma, permitindo a identificação de duplicidades, a triagem por título e resumo, a leitura de elegibilidade e a extração dos dados dos estudos selecionados. Posteriormente, os estudos incluídos foram classificados conforme as categorias definidas no protocolo, possibilitando a geração de relatórios e exportação dos dados para análise em planilhas externas.

Ao término das etapas de condução no *Parsifal*, os dados foram exportados para uma planilha (formato *Excel*) da própria plataforma, contendo os campos de extração definidos, o que viabilizou o tratamento dos dados e a síntese temática/interpretativa. Além disso, foi gerado o relatório da revisão diretamente do *Parsifal*, utilizado como documento-base para descrição metodológica dos resultados, apresentação do fluxo de seleção e discussão dos resultados, garantindo coerência entre os registros da plataforma e a redação deste texto.

Figura 4: Etapas da condução da RSL e ferramentas utilizadas



Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Conforme sintetizado na Figura 5, as etapas de condução asseguraram a padronização dos registros, a organização do corpus e a exportação dos dados para análise, mantendo coerência entre protocolo, seleção e síntese dos achados. A seguir, apresentam-se os resultados da RSL1 (1996-2010) e da RSL2 (2010-2025).

3.1.2 RSL1: Tecnologias digitais no ensino de matemática: revisão sistemática com foco no professor (1996-2010).

Do material encontrado, observa-se que, desde a década de 1990, o governo brasileiro implementou políticas para inserir computadores e tecnologias digitais nas escolas. Programas como o ProInfo[34] (1997-2007) e ações posteriores de ampliação e reorganização das iniciativas de informática educativa foram concebidos com o objetivo de promover o uso pedagógico de tecnologias nas escolas públicas. No entanto, apesar desses esforços, a integração efetiva das tecnologias digitais na prática docente de professores que ensinam matemática permanece desigual, variando conforme condições de infraestrutura, formação e apropriação pedagógica. Essa problematização está alinhada ao escopo definido no protocolo da RSL1, que busca sintetizar evidências sobre o uso de tecnologias digitais no período pós-LDB (1996-2010), bem como sobre programas/políticas relacionados e percepções docentes acerca dessas tecnologias.

A RSL1 foi conduzida conforme protocolo previamente estabelecido, com objetivo de: (i) identificar as tecnologias digitais adotadas no ensino de matemática na educação básica entre 1996 e 2010; (ii) mapear programas e políticas oficiais que fomentaram o uso dessas tecnologias e analisar seus efeitos na prática docente; (iii) examinar percepções, atitudes, barreiras e estratégias de professores; e (iv) sintetizar benefícios, limitações e lacunas para pesquisas futuras.

A identificação dos estudos foi realizada por meio de uma busca sistemática em bases de dados científicas e repositórios públicos, especialmente a BDTD e o Portal de Periódicos da CAPES, conforme previsto no protocolo e registrado no relatório do *Parsifal*. A busca foi registrada em 20/10/2025 (anotação de campo), gerando 165 registros no total: 136 na BDTD e 29 no Portal de Periódicos CAPES. Esses quantitativos também aparecem no relatório do Parsifal como estudos importados por fonte.

[34] O Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo) foi criado pelo Ministério da Educação, em 1997, para promover o uso da tecnologia como ferramenta de enriquecimento pedagógico no ensino público fundamental e médio. A partir de 2007, mediante a criação do Decreto n° 6.300, foi reestruturado e passou a ter o objetivo de promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas redes públicas de educação básica. (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação e Valorização dos Profissionais da Educação. ProInfo - Programa Nacional de Tecnologia Educacional. Brasília, DF: FNDE/MEC, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/proinfo. Acesso em: 29 dez. 2025.)

A seleção dos estudos seguiu os critérios de inclusão e exclusão definidos no protocolo, priorizando estudos primários (capítulos, teses e dissertações) publicados entre 1996 e 2010, com foco no uso de tecnologias digitais no ensino de matemática ou na formação de professores de matemática, tendo docentes como população-alvo. Foram excluídos estudos de outras disciplinas, estudos focados exclusivamente em desempenho discente sem considerar a prática docente, publicações secundárias sem dados empíricos, duplicatas e documentos sem acesso ao texto completo.

A avaliação de qualidade foi prevista por meio de *checklist* adaptado de Kitchenham (2009), com pontuação (0 = não atende; 0,5 = parcialmente; 1 = atende), contemplando itens como clareza de objetivos, descrição metodológica, caracterização dos participantes e relevância para as questões de pesquisa.

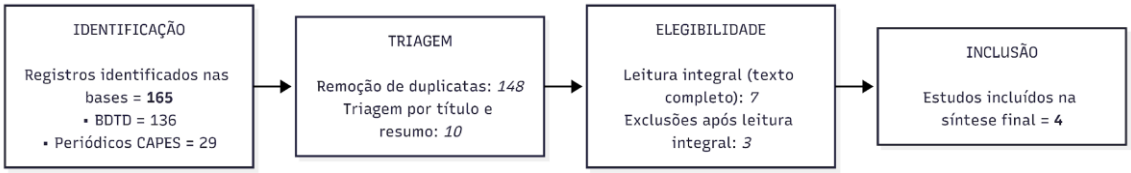
Após a identificação dos registros e remoção de duplicatas (quando aplicável), procedeu-se à triagem por título e resumo, seguida de leitura integral para confirmação de elegibilidade, com registro em planilha, fluxo descrito e seguido conforme protocolo da RSL1.

Ao final do processo, compôs-se um corpus de quatro estudos, que atendiam aos critérios de inclusão e estavam alinhados às questões de pesquisa da RSL1. Esses estudos, em sua maioria, adotam abordagem qualitativa e investigam tecnologias como computador, laboratório de informática, internet e ambientes/plataformas digitais, analisando implicações para a prática docente e para processos de formação continuada.

Destacamos o uso da plataforma *Parsifal* para apoiar a condução da RSL1, garantindo a gestão do corpus, padronização de registros e organização da extração de dados. O formulário de extração adotado contemplou campos como: título, autores, ano, veículo, nível de ensino, programa/política relacionada, tecnologia utilizada, objetivo do estudo, metodologia, número de professores participantes, principais achados, percepções/atitudes docentes, benefícios, desafios/barreiras e estratégias de implementação.

Concluída a etapa de condução no *Parsifal*, os dados foram exportados para planilha (formato Excel) e utilizados na síntese narrativa e análise temática, conforme estratégia definida no protocolo, organizando-se os achados em categorias como: tipos de tecnologias adotadas, iniciativas governamentais/programas, formação e apoio ao professor, benefícios, desafios/barreiras e estratégias de implementação.

Figura 5: processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos da RSL1 (1996-2010).



Fonte: Elaboração própria, com suporte de recurso de IA no *Mermaid Live Editor* (2025).

Reitera-se que a busca da RSL1 foi delimitada ao período de 1996 a 2010, resultando em um corpus final composto por quatro estudos, apresentados no Quadro 6. A seguir, são descritos os principais elementos de cada pesquisa, enfatizando: objetivos, contexto e participantes, procedimentos metodológicos e achados relacionados às percepções docentes, benefícios, desafios/barreiras e estratégias de integração das tecnologias digitais na prática do professor de Matemática.

Quadro 5: Estudos incluídos na RSL1 e registrados no Parsifal (E1-E4)

Estudo	Título	Autores	Ano de Publicação
E1	A integração das tecnologias informáticas no contexto da prática docente: um estudo de caso com professores de Matemática	Rafael Schilling Fuck	2010
E2	Professores-multiplicadores: uma maneira de organizar a formação de professores de matemática para o uso da informática na escola	Renata Moro Sicchieri	2004
E3	O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor	Miriam Godoy Penteado da Silva	1997
E4	Indícios da cultura docente revelados em um contexto online no processo da formação de professores de matemática	Carla Regina Mariano	2008

Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos registros exportados do *Parsifal*.

Fuck (2010), na dissertação “A integração das tecnologias informáticas no contexto da prática docente: um estudo de caso com professores de Matemática”, buscou compreender como professores de Matemática integravam tecnologias informáticas na docência, a partir da questão: como os professores de Matemática estão integrando as TI em sua prática? Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, caracterizada como estudo de caso, baseada na prática de três

professoras de Matemática que atuavam no Ensino Fundamental, utilizando procedimentos como observação, análise documental e entrevista semiestruturada.

No tratamento dos dados, o autor empregou análise textual discursiva, com triangulação das informações. Como principais achados, os resultados foram organizados em categorias: (1) conflitos entre a prática mediada por tecnologias informáticas e o currículo escolar; (2) percepções sobre a matemática escolar produzida em ambientes informatizados; (3) perspectivas de integração das tecnologias informáticas para o ensino de Matemática; e (4) condições e obstáculos para a prática mediada por tecnologias.

Entre os benefícios relatados, destaca-se a percepção de que o laboratório/tecnologias ampliam recursos didáticos e podem apoiar o ensino e a aprendizagem (“ferramenta a mais para a aprendizagem do aluno”). Contudo, o estudo aponta limitações associadas às exigências do currículo, à qualidade dos equipamentos e às concepções docentes sobre a relação entre Matemática e tecnologia. Como recomendação, o autor enfatiza o trabalho colaborativo (apoio entre professores e participação de atores da escola) e a necessidade de compromisso institucional entre escola-laboratório, como caminho para enfrentar obstáculos e sustentar a integração.

Sicchieri (2004), na dissertação “Professores-multiplicadores: uma maneira de organizar a formação de professores de matemática para o uso da informática na escola”, teve como objetivo conhecer possibilidades e limitações de um processo de formação em que professor capacita professor na área de Informática Educativa. O estudo, de base qualitativa, entrevistou nove professores que, após capacitação, tornaram-se multiplicadores na rede pública estadual paulista, além de considerar elementos ligados à escolha desses multiplicadores pelo órgão central responsável.

A autora organiza a análise destacando, de um lado, a simetria multiplicador-professor, que favorece trocas e organização da estratégia formativa; de outro, a falta de continuidade e suporte às ações junto ao multiplicador e aos demais professores como limitação importante. O estudo também discute implicações para escola, currículo e docência, sustentando que o uso do computador não substitui o humano, mas pode reorganizar modos de pensar e produzir conhecimento.

Como ganhos para o ensino de Matemática, o trabalho indica que o uso de TICs pode favorecer práticas investigativas, ampliar autoria, confiança e cooperação

entre estudantes, além de tornar a Matemática mais acessível e personalizada. Entre as recomendações, enfatiza-se que processos formativos precisam incorporar continuidade e suporte, de modo a fortalecer a colaboração entre docentes e aprimorar modelos de capacitação.

Silva (1997), na tese “O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor”, investigou reflexos do computador em diferentes domínios da profissão docente, buscando compreender como professores vivenciam a inserção dos computadores em suas atividades e discutir influências dessa inserção na profissão, na perspectiva do desenvolvimento profissional. A pesquisa analisou dados qualitativos da prática de cinco professoras de uma escola da rede particular, com categorias emergentes relacionadas a: (i) aspectos pessoais, (ii) relações e condições de trabalho, (iii) dinâmica da aula e (iv) disciplinas do currículo.

No campo das percepções/atitudes, o estudo destaca dimensões afetivas ambivalentes: medo, incerteza e ansiedade, mas também autodesenvolvimento e coragem/ousadia. Entre benefícios, aponta-se que o uso do computador pode favorecer desenvolvimento profissional e novas formas de organização do trabalho (incluindo trabalho em grupo, acesso a fontes diversas e reconfiguração de autoridade/participação em sala). Como desafios/barreiras, aparecem ausência ocasional de suporte técnico, falta de tempo e dificuldades relacionadas ao domínio do computador, além da crítica a ações pontuais que não sustentam avanços.

Como estratégia de implementação, o estudo defende que o professor tenha interação diversificada com computador desde a formação inicial, com espaço de discussão crítica, e destaca que não basta “curso esporádico”: é necessário investimento em formação continuada e ações articuladas à escola. A tese conclui que a introdução do computador pode mobilizar uma nova configuração da profissão docente, desde que articulada a currículo, organização escolar e infraestrutura, com apoio e parcerias.

Mariano (2008), na dissertação “Indícios da cultura docente revelados em um contexto online no processo da formação de professores de matemática”, buscou evidenciar indícios da cultura docente nas interações de um curso online de formação continuada, com foco nas práticas sociais dos professores. A autora argumenta que a formação docente é condição relevante para enfrentar desafios da sociedade tecnológica e aponta que a precarização do trabalho pode acarretar sobrecarga e

pouco tempo para planejamento, dificultando participação em cursos presenciais, sobretudo para professores distantes de centros formativos.

A pesquisa adota abordagem qualitativa, fundamentada no Paradigma Indiciário, orientada pela questão: quais indícios da cultura docente estão presentes na interação online em um processo de formação continuada do professor de Matemática? Como resultados, a autora identifica indícios revelados nas interlocuções do curso online “A Inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática”, considerando que aspectos das práticas sociais (escolares, extraescolares e formativas) influenciam a prática docente e a cultura escolar. Em síntese, os achados apontam (i) presença das TICs nas práticas e (ii) valor pedagógico das TICs na interlocução entre pares, destacando a formação online como possibilidade de interação e construção de sentidos profissionais.

De modo geral, os quatro estudos convergem ao indicar que a integração de tecnologias digitais no ensino de Matemática não depende apenas da presença de equipamentos, mas de um conjunto de condições: infraestrutura e suporte, formação continuada com continuidade, tempo de trabalho docente e sentidos atribuídos pelo professor à relação entre Matemática e tecnologia. Também se observa que as tecnologias aparecem tanto como recurso pedagógico (a “ferramenta a mais”) quanto como elemento que tensiona currículo, organização escolar e concepções de ensino, exigindo reorganização do trabalho e colaboração entre pares para sustentação da prática.

Destaca-se o trabalho de Rocha (2008)[35], intitulado “Tecnologias digitais e ensino de matemática: Compreender para realizar”, não integrou a extração no *Parsifal* e, portanto, não compõe o corpus da RSL1. Ainda assim, é indicado como leitura complementar por discutir ações de integração do computador ao ensino de Matemática e enfatizar planejamento, formação continuada e articulação entre sala de aula e Laboratório de Informática Educativa (LIE), com referências a Sequência Fedathi e Engenharia Didática.

Como metodologia a pesquisa aplicou princípios da pesquisa qualitativa, em que prevaleceram fortemente os conhecimentos adquiridos durante as atividades práticas realizadas no ambiente escolar. Como locus, o estudo foi realizado em uma

[35] Tese de doutorado presente no repositório institucional da Universidade Federal do Ceará. Disponível em https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/3143. Acesso em 12 dez. 2025.

escola e envolveu diretamente o núcleo gestor escolar, cinco professores de Matemática, cinco alunos e a professora lotada no laboratório de informática da escola. Além destes sujeitos, participaram quatro turmas de 6º ano, duas do 9º ano do ensino fundamental e três turmas do 1º ano do ensino médio.

Como resultado pontuamos, que a participação nas sessões didáticas e fichas de avaliação continuada serviram para compreender e embasar as ações desenvolvidas no planejamento com os professores, com fins de compreensão, reflexão e ajustes. De todo o grupo envolvido, os docentes foram os mais resistentes a admitir que o computador pode realimentar e redimensionar a prática pedagógica. Os resultados evidenciaram que as estratégias de ensino com o uso do computador, proposto neste trabalho dependeram de um conjunto de ações diretas que agiram, principalmente, no componente humano, exigindo mudanças significativas na organização da escola, na ergonomia do LIE e nas formas de pensar e agir dos pesquisados.

Em síntese, a RSL1 evidenciou que a integração das tecnologias digitais ao ensino de Matemática esteve fortemente condicionada a fatores estruturais e formativos: infraestrutura e suporte técnico, continuidade da formação continuada, tempo de trabalho docente e sentidos atribuídos pelo professor à relação entre Matemática e tecnologia. Dessa forma, mais do que a presença de equipamentos, os estudos apontam que a efetivação pedagógica das tecnologias depende de condições institucionais e de mediações docentes capazes de sustentar mudanças no planejamento, na organização das aulas e na cultura escolar.

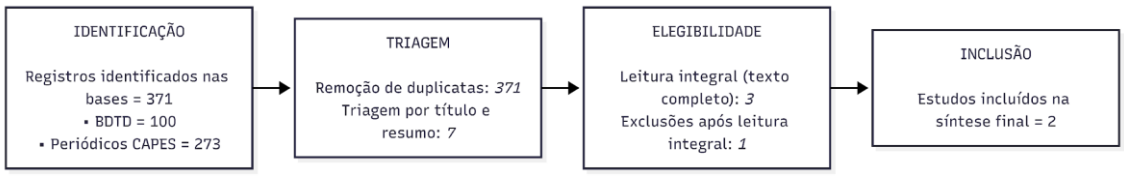
Considerando que, a partir de 2010, intensificam-se novas gerações tecnológicas, culminando em sistemas baseados em dados, plataformas adaptativas e, mais recentemente, IA Gen e *chatbots*, torna-se necessário compreender como essas tecnologias passam a incidir diretamente sobre o trabalho pedagógico do professor (planejamento, condução das aulas, acompanhamento e avaliação/devolutiva). Por isso, a seção da RSL2 (2010-2025) foi orientada por protocolo específico e voltada a mapear como a IA tem sido integrada às práticas de professores que ensina Matemática, bem como seus impactos, desafios e implicações.

3.1.3 RSL2: Inteligência Artificial no trabalho pedagógico de professores que ensinam matemática (2010-2025).

A RSL2, intitulada “Inteligência Artificial no trabalho pedagógico de professores que ensinam Matemática (2010-2025)”, foi conduzida com protocolo específico, mantendo o rigor de seleção por etapas (duplicatas, triagem por título/resumo e leitura integral), além de *checklist* de qualidade (Felizardo, 2017, p. 39) e extração padronizada. A síntese foi organizada por categorias temáticas, contemplando tipos de IA, formas de integração ao trabalho pedagógico (planejamento, condução, acompanhamento e avaliação/devolutiva), percepções docentes, impactos na carga de trabalho, barreiras e questões éticas.

A identificação inicial na RSL2 retornou 373 registros, sendo 100 provenientes da BDTD e 273 do Portal de Periódicos CAPES, após aplicação da *string* de busca e do recorte temporal (2010–2025). Esses valores correspondem aos achados totais registrados para importação e gestão no *Parsifal*. Na etapa de deduplicação, foram eliminadas 2 duplicatas, resultando em 371 registros para triagem. Dos 371 registros triados por título e resumo, 364 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dos 7 pré-selecionados, 3 foram lidos na íntegra (4 não avançaram para leitura integral por focar exclusivamente em desempenho do aluno sem considerar práticas/decisões/ações do professor), resultando em 2 estudos incluídos no corpus final para síntese narrativa e análise temática.

Figura 6: processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos da RSL2 (2010-2025).



Fonte: Elaboração própria, com suporte de recurso de IA no *Mermaid Live Editor* (2025).

Delimitado o corpus final (n = 2), a síntese dos achados foi organizada conforme categorias previstas no protocolo, enfatizando: tipo de tecnologia de IA empregada, dimensões do trabalho pedagógico mobilizadas (planejamento, produção de materiais, condução de aula e avaliação/devolutiva), percepções docentes, benefícios, desafios/barreiras e estratégias de implementação.

Quadro 6: Estudos incluídos na RSL2 e registrados no Parsifal (E5-E6)

Estudo	Título	Autores	Ano de Publicação
E5	A produção de vídeos de músicas matemáticas por professores e licenciados com o uso de Inteligência Artificial	Ana Carolina Bueno de Carvalho	2024
E6	Inteligência artificial generativa no planejamento das aulas de matemática em metodologias ativas	Fernando de Mello Trevisani	2025

Fonte: Elaboração própria (2025), com base nos registros exportados do *Parsifal*.

A seguir, apresentam-se os principais elementos de cada estudo incluído e, em seguida, uma síntese transversal dos achados.

No E5, de Carvalho (2024), incluído na RSL2 investigou como professores e licenciandos produzem vídeos de músicas matemáticas com apoio de aplicativos de IA, buscando compreender potencialidades e limitações desse uso no desenvolvimento de materiais autorais. A dissertação explicita como objetivo geral de investigar a produção desses vídeos e, como objetivo específico, mapear potenciais e limites da IA no processo, formulando a questão: “como professores e futuros professores produzem vídeos de músicas matemáticas com a Inteligência Artificial?”.

Entre os resultados, o trabalho evidencia que a interação entre professores/licenciandos e ferramentas como o *ChatGPT* favorece uma nova dimensão de produção de conteúdos educacionais, com a IA atuando como parceira criativa na geração e refinamento de ideias para poesias e músicas matemáticas, o que pode ampliar estratégias de engajamento e diversificar linguagens para comunicar conceitos. Além disso, a pesquisa reforça a ideia de colaboração humano-tecnologia (“seres-humanos-com-mídias”), indicando que os produtos gerados podem ser matematicamente precisos e pedagogicamente valiosos, desde que haja mediação docente.

Por outro lado, o estudo também sinaliza limites importantes: fragilidades na profundidade dos conteúdos matemáticos gerados e problemas de precisão, especialmente em representações visuais de conceitos abstratos, o que exige revisão e curadoria. Nesse sentido, o papel do professor é reafirmado como central, não apenas como “facilitador”, mas como coautor que molda, revisa e aprimora o material para atender objetivos pedagógicos e necessidades dos estudantes.

O segundo estudo, E6, de Trevisani (2025), procurou investigar como recursos de IA Gen vêm sendo mobilizados por professores no planejamento de aulas de Matemática fundamentadas em metodologias ativas e ensino híbrido, com abordagem qualitativa, análise de práticas e entrevistas semiestruturadas com docentes da educação básica. O trabalho evidencia que a IA Gen pode contribuir para diversificar estratégias de ensino durante o planejamento, ampliando possibilidades de encaminhamentos didáticos e repertórios de atividades, porém sem substituir o papel do professor, que permanece como agente central de decisão.

Os achados destacam que o potencial da IA Gen se concretiza quando há autoria e protagonismo docente, pois o uso produtivo depende do professor em atuar de forma crítica e reflexiva, selecionando, adaptando e qualificando as respostas geradas, em vez de apenas reproduzi-las. Ao mesmo tempo, o estudo aponta limitações relevantes: dificuldades na elaboração de *prompts* eficazes, riscos de vieses, limitações conceituais e necessidade de validação do conteúdo antes de sua incorporação ao planejamento. Assim, a pesquisa reforça a necessidade de formação docente contínua e de desenvolvimento de competências de "literacia" digital e de interação com IA Gen, para garantir uso ético e pedagogicamente consistente no trabalho de planejar aulas.

Em conjunto, os dois estudos convergem ao mostrar que a IA, na Educação Matemática, aparece menos como "automação substitutiva" e mais como tecnologia de apoio ao trabalho pedagógico, especialmente em tarefas de planejamento e produção/curadoria de materiais. Entretanto, ambos enfatizam uma condição estruturante: os ganhos dependem de autoria docente, de postura crítica (seleção, adaptação e validação do que a IA produz) e de formação para uso competente dessas ferramentas, de modo a enfrentar limitações como vieses, lacunas conceituais, baixa precisão e dificuldades de interação (por exemplo, na formulação de *prompts*).

3.1.4 Síntese integradora das evidências: tecnologias digitais e IA no trabalho docente de Matemática (1996-2025)

A análise conjunta das duas revisões permite observar continuidade e mudança na relação entre tecnologia e trabalho pedagógico do professor que ensina matemática. Na RSL1 (1996-2010), as tecnologias aparecem predominantemente como infraestrutura e ambiente (computador, laboratório de informática e TIC), cuja

integração depende fortemente de condições institucionais, disponibilidade de equipamentos, suporte técnico, organização escolar e continuidade formativa, além do que tensiona o currículo e a dinâmica da aula. Já na RSL2 (2010-2025), embora persistam condicionantes estruturais e formativas, a tecnologia assume uma configuração distinta: a IA passa a atuar como ferramenta cognitiva e produtiva, incidindo diretamente sobre tarefas centrais do trabalho docente, sobretudo planejamento e produção/curadoria de materiais, exigindo validação e decisão pedagógica contínuas.

Quadro 7: Caracterização das revisões complementares (RSL1 × RSL2)

Aspecto	**RSL1**	**RSL2**
Período	1996 a 2010	2010 a 2025
Tema	Tecnologias digitais no ensino de Matemática com foco no professor	IA no trabalho pedagógico do professor de Matemática
Ênfase analítica	Programas/infraestrutura, integração ao currículo, formação e obstáculos	Planejamento, produção/curadoria, precisão, ética e impactos na rotina docente
Corpus final	4 estudos	2 estudos
Estratégia de síntese	Síntese narrativa e categorias temáticas	Síntese narrativa e categorias temáticas orientadas ao trabalho pedagógico

Fonte: Elaboração do autor (2025).

Em termos de tendências, as duas revisões convergem ao reafirmar que nenhuma tecnologia opera de modo “automático” na melhoria do ensino: a efetividade depende de mediação docente, de formação e de contexto escolar. Contudo, a “virada de chave” identificada no recorte mais recente é que, com a IA (especialmente a IA Gen e agentes conversacionais), desloca-se parte do foco da simples adoção de equipamentos para a qualidade da integração pedagógica e para a gestão do tempo e da autoria: a IA pode reduzir esforço em etapas iniciais de criação e organização, mas demanda trabalho adicional de curadoria (checagem, adaptação, alinhamento curricular e adequação didática).

Outro ponto integrador relevante é a ampliação dos desafios: se na RSL1 predominam barreiras ligadas a infraestrutura, suporte e continuidade, na RSL2 emergem com maior força preocupações sobre precisão, vieses, ética, além da

necessidade de competências específicas para interação (por exemplo, formular bons comandos e validar resultados). Assim, as revisões complementares sugerem que a trajetória das tecnologias educacionais na Educação Matemática evolui de uma problemática centrada na implementação institucional para outra que combina implementação e regulação pedagógica do uso, isto é, como o professor decide, válida e integra a tecnologia às finalidades do ensino.

Com base nessas evidências, a etapa seguinte da pesquisa voltou-se à investigação de campo, buscando compreender como professores que ensinam Matemática percebem, utilizam e avaliam o uso da Inteligência Artificial em sua rotina docente, bem como identificar possibilidades formativas relacionadas a esse contexto.

3.2 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi desenvolvida com o objetivo de compreender as percepções, práticas e demandas de professores que ensinam matemática na Educação Básica acerca do uso de tecnologias digitais e Inteligência Artificial no trabalho docente. A construção desta etapa foi fundamentada nas evidências identificadas na RSL, especialmente nas discussões relacionadas às dificuldades enfrentadas pelos professores, às necessidades formativas e às possibilidades pedagógicas das tecnologias digitais no ensino de Matemática.

Nesse sentido, a pesquisa de campo foi organizada em duas etapas complementares: a primeira consistiu na aplicação de um questionário online, utilizando a técnica de amostragem *snowball*, buscando identificar o perfil e as percepções dos participantes; a segunda correspondeu à realização de encontros formativos voltados ao uso de Inteligência Artificial na rotina docente, permitindo aprofundar reflexões e experiências relacionadas ao objeto investigado.

3.2.1 Pesquisa diagnóstica inicial (135 respondentes)

No segundo semestre de 2024, iniciamos o encaminhamento da pesquisa de campo, momento em que decidimos elaborar um questionário direcionado a professores que ensinam matemática na educação básica. A questão norteadora deste levantamento consistiu em identificar quais fatores os docentes consideravam

como maiores obstáculos ao trabalho pedagógico. Para isso, elaboramos um instrumento de coleta de dados na plataforma *Google Forms*, contendo 48 (quarenta e oito) questões, entre perguntas fechadas, abertas e mistas.

O formulário foi disponibilizado por meio de aplicativos de comunicação instantânea e redes sociais do pesquisador, com o intuito de alcançar uma quantidade significativa de participantes. Para a seleção dos respondentes, adotamos a técnica de amostragem não probabilística denominada *snowball sampling*, também conhecida como técnica “bola de neve”.

A técnica *snowball* caracteriza-se pela utilização de redes de contatos e indicações sucessivas entre os próprios participantes da pesquisa. Nesse modelo, os primeiros respondentes indicam novos participantes com características semelhantes, ampliando progressivamente o alcance da investigação, em um movimento comparado ao crescimento de uma “bola de neve”. Essa estratégia é frequentemente utilizada em pesquisas envolvendo populações específicas, de difícil localização ou sem um mapeamento formal consolidado. Babbie (1999) descreve que métodos de amostragem não probabilística podem ser empregados quando não há viabilidade operacional para a construção de uma amostra probabilística rigorosa, especialmente em pesquisas exploratórias e estudos sociais específicos.

Corroborando essa compreensão, Bockorni e Gomes (2021) afirmam que a técnica *snowball* utiliza redes de referência e contatos pessoais para ampliar o alcance da pesquisa, tornando-se adequada para estudos com grupos específicos ou de difícil acesso. No contexto desta investigação, a técnica mostrou-se pertinente, uma vez que o objetivo era alcançar professores que ensinam matemática em diferentes contextos educacionais.

O instrumento permaneceu disponível durante 28 dias, obtendo 135 respondentes. O processo de elaboração do questionário ocorreu entre setembro e dezembro de 2024, envolvendo a construção das perguntas, revisões sucessivas com o orientador e adequações metodológicas do instrumento. Posteriormente, as questões foram organizadas na plataforma *Google Forms*, estruturando uma entrevista do tipo *survey*[36].

[36] Segundo Babbie(1999), *Survey* é um método de pesquisa amplamente utilizado nas Ciências Sociais, caracterizado pela coleta sistemática de dados junto a uma amostra da população, geralmente por meio de questionários ou entrevistas estruturadas, visando descrever opiniões, comportamentos, características ou percepções dos participantes.

A disseminação do formulário ocorreu inicialmente entre colegas do curso de mestrado, professores de matemática da rede de contatos do pesquisador e estudantes vinculados à universidade. A partir dessas primeiras interações, os próprios participantes passaram a compartilhar o formulário com outros professores da área, ampliando significativamente o alcance da pesquisa. Como resultado, obtivemos respostas provenientes de diferentes regiões do país, com predominância do estado do Pará, mas também com participação de docentes do Maranhão, Ceará, Tocantins e Rio Grande do Sul.

O formulário foi organizado em dois blocos principais: o primeiro composto por 23 perguntas destinadas à caracterização do perfil dos participantes; e o segundo voltado às questões relacionadas ao trabalho docente, abordando aspectos como formação profissional, condições de trabalho, percepções sobre o ensino de matemática e utilização de tecnologias e inteligências artificiais no contexto educacional.

Para garantir a ética da pesquisa e uma utilização adequada das respostas dos sujeitos, o questionário continha um TCLE, com o qual validamos o instrumento e garantimos a confiabilidades dos resultados.

A validação do instrumento foi realizada com dez (10) professores de matemática do ensino fundamental e médio, que avaliaram a clareza, a pertinência e a validade das questões do questionário. Com base nas ponderações desses professores, sobre os itens do instrumento, foram realizadas adequações no questionário e o aprimoramos. Após as correções, o questionário foi submetido a uma consulta com os mesmos professores para que eles certificassem que as modificações realizadas atendiam às suas ponderações.

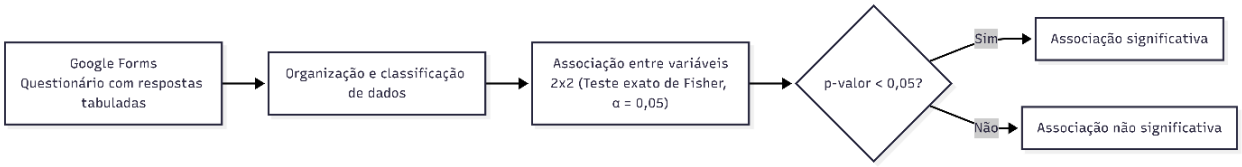
A aplicação do instrumento foi realizada com um grupo de professores de matemática do ensino fundamental e médio, através de um formulário online. A participação dos professores foi voluntária e os dados coletados foram confidencializados. A sistematização das informações foi realizada por meio da organização e codificação das respostas do questionário em planilhas. Os dados quantitativos foram sumarizados por meio de estatística descritiva e organizados em

quadros, para posterior a aplicação do Teste Exato de Fisher[37]. Os dados qualitativos foram organizados por categorias temáticas.

A análise dos resultados foi realizada por meio da interpretação e discussão dos dados coletados. Utilizamos o método de análise estatística descritiva para sumarizar os dados quantitativos. As respostas das questões abertas serão analisadas por meio de análise de conteúdo, com o auxílio do *software Jamovi*, com a identificação de padrões, tendências e percepções relevantes.

Para verificar associações entre variáveis categóricas, utilizamos o Teste Exato de Fisher, com um nível de significância de 0,05. Adicionalmente estabelecemos um fluxo de organização, classificação e análise de dados (Figura 7), para medir a confiabilidade do questionário, em especial para as questões que avaliam o mesmo construto, utilizamos os softwares *Excel*[38] e *Jamovi*[39] para auxiliar no processo de análise dos dados quantitativos e qualitativos, respectivamente.

Figura 7: Fluxo de organização, classificação e análise dos dados



Fonte: Elaboração própria, com suporte de recurso de IA no Mermaid Live Editor (2025).

O fluxo metodológico apresentado na Figura 7 sintetiza as etapas de organização, tratamento e análise dos dados obtidos na pesquisa diagnóstica inicial, permitindo estruturar tanto as análises quantitativas quanto as qualitativas do estudo. A partir dessas evidências, foi possível identificar demandas, dificuldades e percepções dos professores participantes acerca do uso de tecnologias digitais e

[37] O teste exato de Fisher (1958) verifica se há associação entre duas variáveis categóricas em uma tabela 2×2. Ele é indicado quando a amostra é pequena ou quando há valores baixos na tabela. O teste calcula um p-valor, isto é, a chance de obter um resultado como o observado se, na verdade, não houver associação entre as variáveis. Quando $p < 0,05$, dizemos que o resultado é estatisticamente significativo porque, adotando 5% como nível de significância, a probabilidade de o achado ter ocorrido apenas por acaso (sem associação real) é menor que 5%; por isso, rejeita-se a hipótese de "não há associação".

[38] *Microsoft Excel*: software de planilhas eletrônicas usado para organizar, tabular e tratar dados (por exemplo, filtrar respostas, padronizar informações e criar tabelas) antes da análise estatística.

[39] *Jamovi*: software gratuito de análise estatística, com interface gráfica, que permite organizar variáveis e realizar testes (como o Teste exato de Fisher) e medidas de confiabilidade (como o alfa de Cronbach), além de gerar tabelas.

Inteligência Artificial no trabalho docente. Esses resultados subsidiaram a etapa seguinte da pesquisa de campo, voltada à realização dos encontros formativos e ao desenvolvimento do curso “IA na Rotina Docente: Soluções práticas para Professores de Matemática”.

3.2.2 2ª Etapa da pesquisa de campo e os encontros formativos

A segunda etapa da pesquisa de campo contou com a participação de 79 cursistas, professores que ensinam Matemática na Educação Básica. A execução do processo formativo, contou com um curso realizado, pelo pesquisador, com um formato de 5 encontros síncronos, mediado pela plataforma *Google Meet*[40]. Em princípio, definimos o formato de curso livre, com carga horária total de 20h. O curso denominado: *“Curso de IA na Rotina Docente: Soluções práticas para Professores de Matemática”,* contou com uma proposta que buscou articular teoria e prática, com foco em atender as necessidades dos professores, para tarefas docentes cotidianas, a serem dirimidas no processo formativo, acompanhadas por meio dos formulários de perguntas, antecipadamente encaminhados, inicialmente para perceber o perfil e os níveis de conhecimento e utilização das IAs. Porém, no desenrolar dos módulos, usamos como estratégias uma avaliação formativa, em que no formulário de frequências, perguntas foram dirigidas para mapear as percepções sobre o curso e o próprio desempenho sobre o uso das IAs e novos conteúdos para os próximos módulos.

Nessa perspectiva, induzimos na pesquisa de campo uma séries de atividades, como:

1) Planejamento e organização do curso formativo;
2) Elaboração dos materiais didáticos e atividades dos módulos;
3) Aplicação dos formulários de acompanhamento formativo;
4) Sistematização das percepções e experiências dos cursistas;
5) Avaliação das contribuições do curso para a prática docente; e
6) Elaboração do Produto Educacional: Manual de IA para Professores de Matemática.

[40] Google *Meet*, sendo “Meet” o nome do produto da empresa Google para videochamadas e reuniões online, derivado do verbo em inglês “*to meet”* (encontrar/reunir).

A seguir, apresentamos o Quadro 8, com o planejamento do programa do curso sobre IA para professores de matemática. A realização do curso sobre as ferramentas de Inteligência Artificial na rotina do professor de Matemática favoreceu a elaboração do Produto Educacional, como insumo deste trabalho, com o qual esperava-se contribuir com melhorias para o trabalho docente do ensino de Matemática. Registra-se que reunimos ainda mais experiências e conhecimentos para a área.

Quadro 8: Sistemática do Curso sobre IA

Módulo	**Temática do curso**	**Plataforma de IA**	**Descrição da Atividade/Tarefa**	**Carga Horária**
I	O que é Inteligência Artificial?	*ChatGPT*	- Apresentação e Fundamentação teórica - Elaboração de Planos de aula	2h
II	IA Generativa e aplicações no ensino	*ChatGPT* *Perplexity*	Produção de quiz e listas de exercícios	2h
III	IA Generativa e aplicações no ensino	*Google IA Studio*	Elaboração de Avaliações em diversos formatos e tipos	2h
		Gamma App	Elaboração de Apresentações em Slide	
IV	IA Generativa e aplicações no ensino	*Google IA Studio* *ChatGPT*	Correção de atividades avaliativas	2h
			Análise de Dados Educacionais	
			Produção de Relatórios gerais e individuais	
			Intervenção pedagógica	
V	Plataformas que podem ser integradas com o uso de IA	*Plickers* *Google Forms* *Gradepen*	Aplicação de quiz com IA.	2h

Fonte: Súmula do Curso, elaborado pelo autor (2025).

Definido essa etapa da Pesquisa de Campo, assumimos como estratégia a elaboração do curso livre, tendo como público alvo, colegas da área de matemática, ou seja, professores da educação básica, que trabalham com a disciplina de matemática. Em cada módulo solicitamos aos professores o preenchimento do questionário e assim partíamos para a formatação da programação do módulo seguinte. Com base nos resultados da análise, considerando as necessidades de formação identificadas e as recomendações da literatura, o curso abordava aspectos teóricos e conceituais básicos sobre Inteligência Artificial, suas aplicações no ensino de matemática e estratégias pedagógicas com o uso de tecnologias de IA.

A avaliação do curso foi realizada por meio dos questionários aplicados aos participantes dos módulos, com o objetivo de avaliar a satisfação com o curso e as percepções sobre o impacto da formação na sua prática pedagógica. Também avaliamos o desempenho dos participantes em atividades propostas ao longo do curso. A avaliação do curso também considerou os resultados das evidências registradas a partir dos relatos de experiências dos participantes.

A elaboração do produto final, mérito do curso de mestrado profissional, foi realizada com base nos resultados da pesquisa, no planejamento do curso e na experiência da execução do curso, consolidando os conhecimentos gerados. Com o produto de todo esses procedimentos, criou-se um Manual de IA para Professores de Matemática, com a utilização de Inteligência Artificial no ensino de matemática.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS: EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS

Nesta seção, apresentam-se os resultados do questionário aplicado a professores que lecionam Matemática, organizado em duas partes: (i) caracterização do perfil dos respondentes e (ii) análise das respostas por item, por meio de frequências e percentuais, com apoio de quadros e gráficos. A amostra foi constituída por recrutamento em cadeia (*Snowball*), razão pela qual os achados devem ser interpretados como representativos do grupo participante. Ressalta-se que o número de respondentes pode variar entre questões, em função de não resposta e de ramificações do formulário (itens condicionais).

4.1 EVIDÊNCIAS QUANTITATIVAS: PERFIL, CONDIÇÕES DE TRABALHO E USO DE TECNOLOGIAS

A caracterização dos respondentes cumpre uma função de contextualização importante para a pesquisa, pois delimita quem compõe o grupo participante e oferece referências mínimas para interpretar, com maior precisão, os resultados sobre trabalho pedagógico e uso de tecnologias. Assim, as variáveis sociodemográficas e profissionais são descritas por frequências e percentuais, organizadas em tabelas e gráficos, destacando-se os padrões predominantes que ajudam a compreender o cenário investigado.

Tabela 1: Quanto à faixa etária

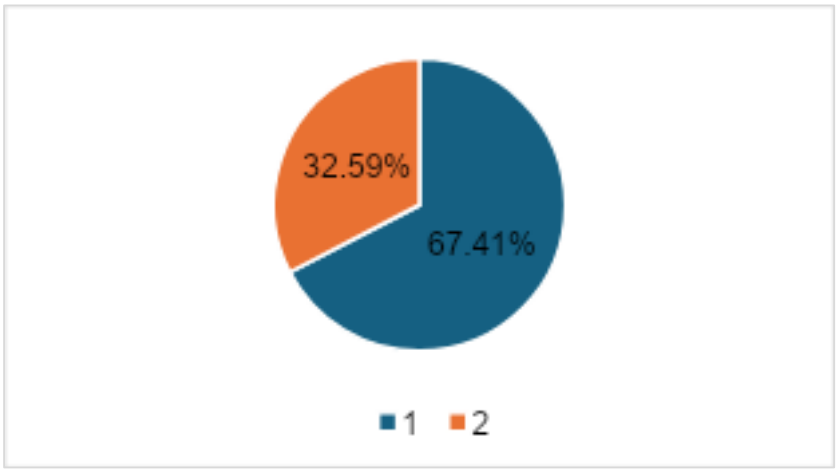
Característica	Descrição	Percentual
Faixa Etária	20 a 30 anos	10,3%
	30 a 40 anos	45,2%
	40 a 50 anos	33,3%
	50 a 60 anos	10,3%
	60 a 65 anos	0,7%

Fonte: pesquisa de campo (2024).

A Tabela 1 indica que a maior concentração de respondentes está nas faixas de 30 a 40 anos (45,2%) e 40 a 50 anos (33,3%), totalizando 78,5% dos participantes entre 30 e 50 anos. Esse resultado sugere que o grupo investigado é composto majoritariamente por docentes em fase adulta e profissionalmente ativa, o que é relevante para a pesquisa por se tratar de um público que tende a vivenciar, de modo

intenso, as demandas da rotina de trabalho e a necessidade de estratégias de otimização do tempo pedagógico. Na sequência, apresenta-se a distribuição por sexo, a fim de complementar a caracterização do perfil dos respondentes e apoiar a leitura comparativa dos demais resultados.

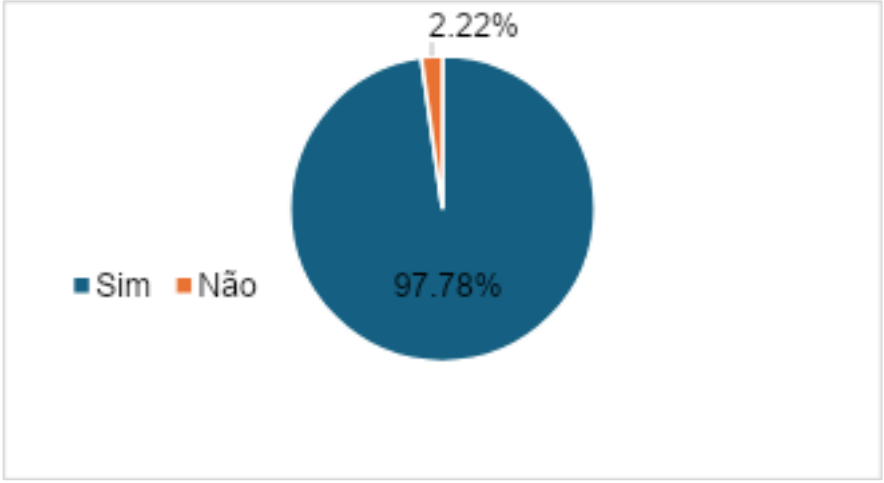
Gráfico 1: Quanto ao sexo



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 1 evidencia predominância de respondentes do sexo masculino (67,41%), enquanto 32,59% se declaram do sexo feminino. Essa distribuição sugere que a amostra alcançada apresenta maior participação masculina, aspecto relevante para a leitura do perfil do grupo e para a interpretação de percepções sobre condições de trabalho e uso de tecnologias, considerando possíveis diferenças de acesso e trajetória profissional entre públicos.

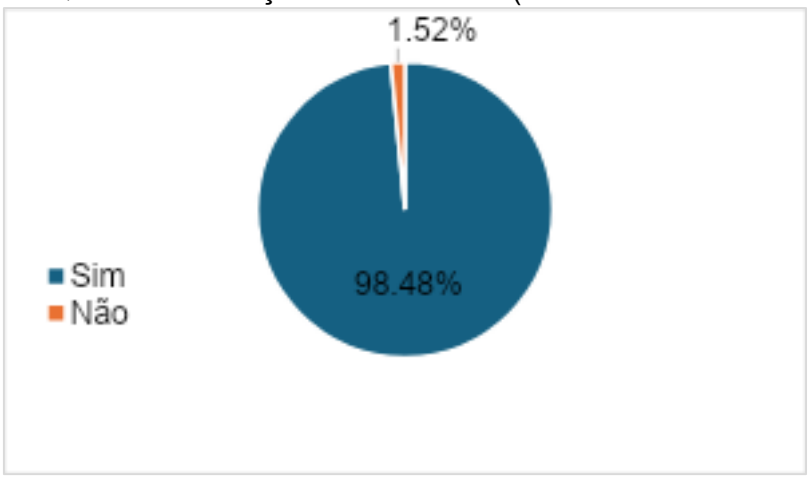
Gráfico 2: Quanto ao trabalho com a disciplina de Matemática



Fonte: pesquisa de campo (2024).

Em relação à atuação com a disciplina de Matemática, aproximadamente 98% dos respondentes afirmaram que lecionam a disciplina, enquanto cerca de 2% declararam que não. Esse resultado indica que o público alcançado pelo instrumento é predominantemente composto por docentes que atuam (ou já atuaram) com Matemática, o que reforça a pertinência das respostas para os objetivos da pesquisa e para a análise do trabalho pedagógico investigado.

Gráfico 3: Quanto à Formação inicial docente (Licenciatura em Matemática)

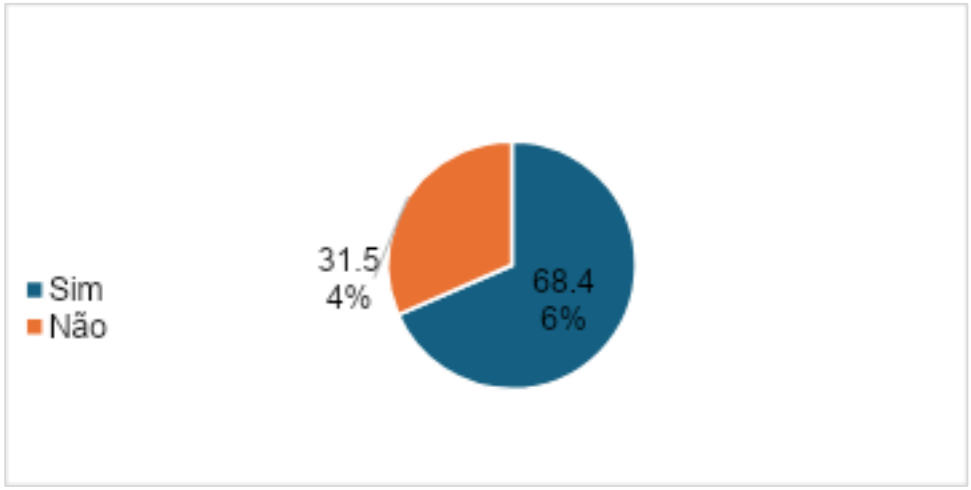


Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 3 indica que 98,48% dos respondentes afirmaram possuir licenciatura em Matemática, enquanto 1,52% declararam não possuir. Esse resultado sugere alta aderência do grupo participante ao foco do estudo, reforçando a pertinência das respostas para analisar a rotina e o trabalho pedagógico de docentes que ensinam Matemática. Na sequência, apresenta-se a caracterização da formação em pós-graduação, iniciando pelo nível de especialização, a fim de compreender o grau de qualificação acadêmica do grupo.

As questões referentes à pós-graduação foram respondidas de forma independente (não vinculadas), de modo que o respondente pode assinalar mais de um nível de formação. Assim, os gráficos a seguir apresentam separadamente a proporção de docentes com especialização e com mestrado, permitindo dimensionar a qualificação acadêmica do grupo e contextualizar suas condições de desenvolvimento profissional.

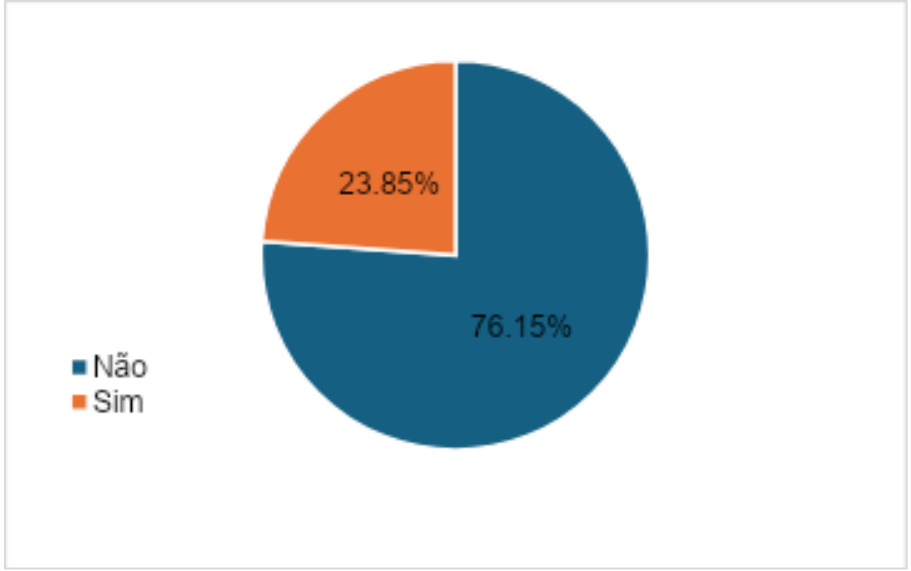
Gráfico 4: Quanto à Formação Docente (pós-graduação nível especialização)



Fonte: pesquisa de campo (2024).

Em relação ao que se apresenta no Gráfico 4, observa-se que 68,46% dos respondentes declararam possuir pós-graduação em nível de especialização, ao passo que 31,54% informaram não possuir. Esse padrão sugere que a especialização constitui o caminho de formação continuada mais frequente no grupo, possivelmente por demandar menor tempo de integralização e apresentar maior diversidade de oferta e modalidades. Em seguida, o Gráfico 5 detalha o nível de mestrado, possibilitando comparar a proporção de docentes com formação *stricto sensu* no conjunto participante.

Gráfico 5: Quanto à Formação Docente (pós-graduação nível mestrado)

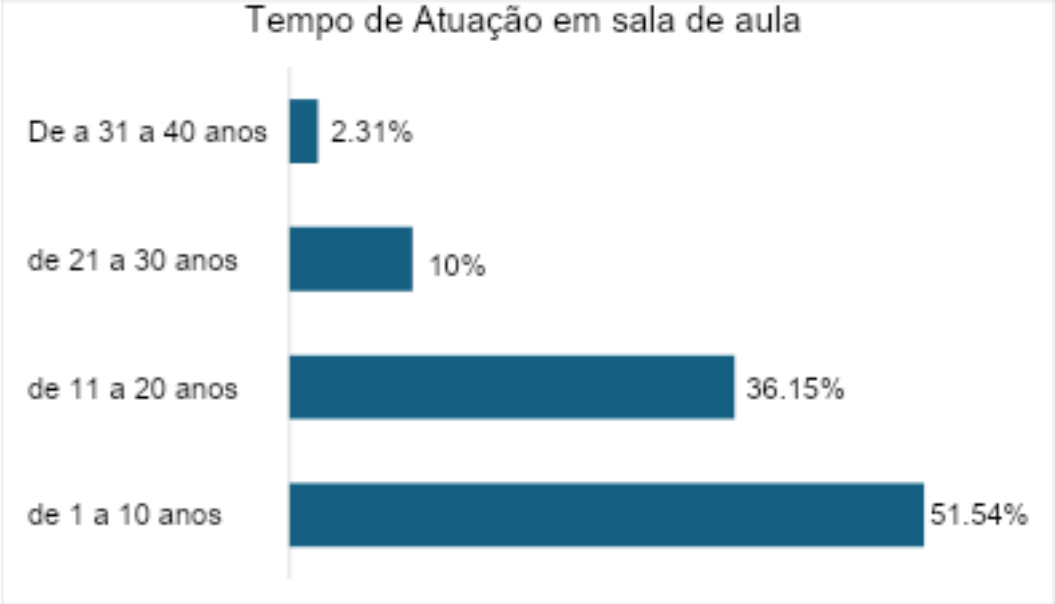


Fonte: pesquisa de campo (2024).

Apresenta-se no Gráfico 5 que 23,85% dos respondentes afirmaram possuir mestrado, enquanto 76,15% declararam não possuir. Esse resultado indica menor presença de formação *stricto sensu* entre os participantes, o que pode estar associado a fatores como disponibilidade de tempo, exigências acadêmicas e condições de acesso a programas de pós-graduação.

O Gráfico 6, a seguir, apresenta o tempo de atuação docente em sala de aula.

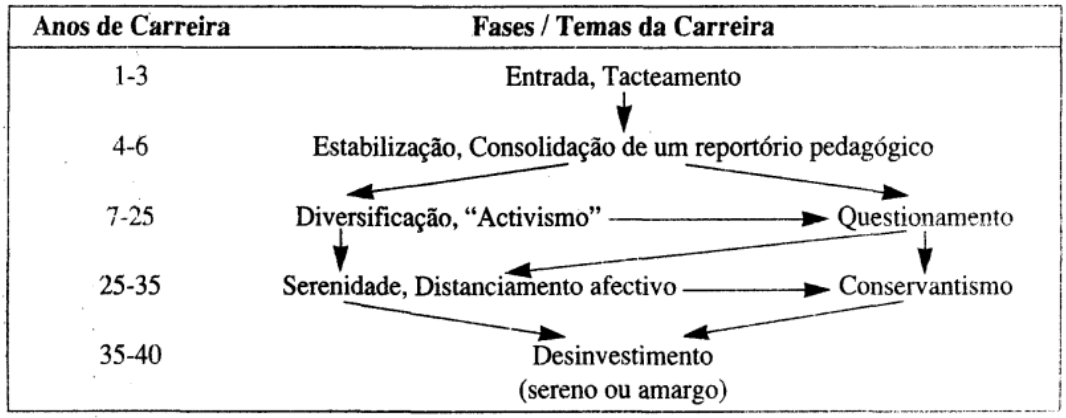
Gráfico 6: Quanto ao tempo de atuação docente



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 6 indica predominância de respondentes com 1 a 10 anos de atuação (51,54%), seguidos por 11 a 20 anos (36,15%); percentuais menores aparecem em 21 a 30 anos (10%) e 31 a 40 anos (2,31%). Esse padrão sugere que o grupo participante é composto em sua maioria por docentes em fases iniciais e intermediárias de carreira, o que é relevante para a pesquisa por envolver profissionais que, em geral, estão consolidando repertórios didáticos e estratégias de organização do trabalho pedagógico. Para aprofundar essa leitura, articula-se a distribuição do tempo de atuação ao modelo de fases da carreira docente proposto por Huberman (2000), apresentado na figura 8.

Figura 8: Modelo esquemático e especulativo das fases da Carreira Docente



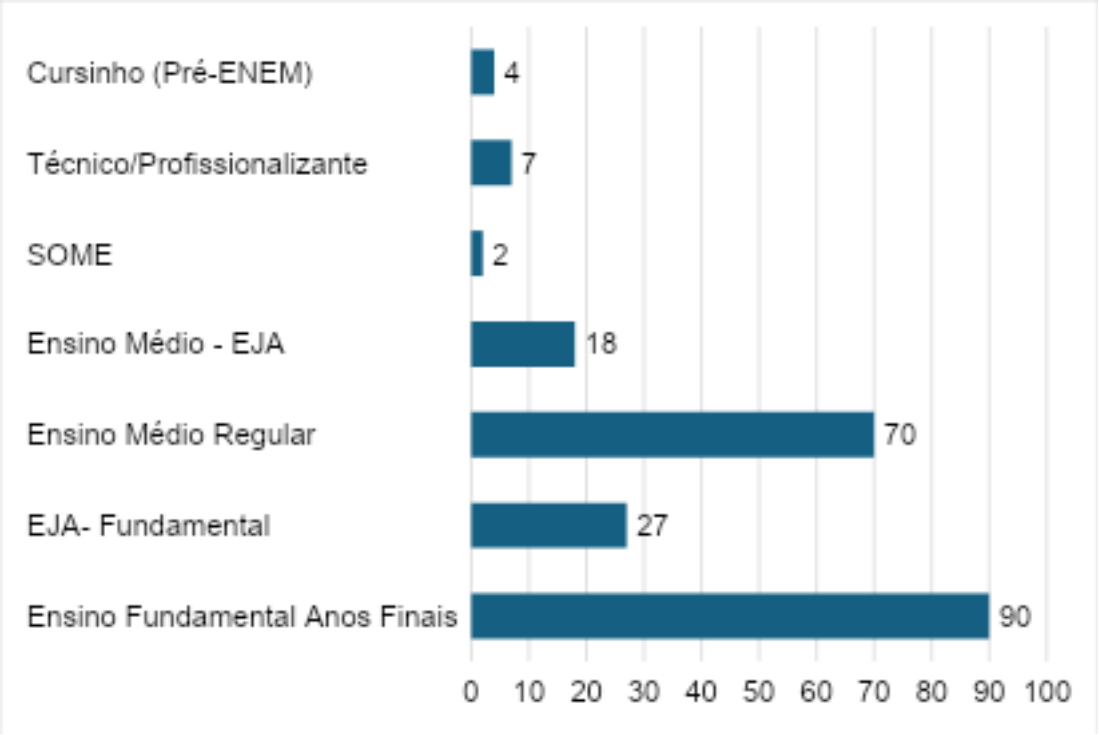
Fonte: Huberman (2000, p. 48).

Ao articular o Gráfico 6 ao modelo esquemático e especulativo de Huberman (2000), utiliza-se esse referencial como chave interpretativa para compreender regularidades típicas ao longo da trajetória profissional docente (por exemplo, entrada, estabilização/consolidação, diversificação e/ou questionamento), sem assumir linearidade determinista para todos os percursos. Nesse sentido, a distribuição de tempo de atuação observada sugere que uma parcela expressiva do grupo se encontra em etapas de consolidação do repertório pedagógico e de construção de identidade profissional.

Considerando os percentuais do Gráfico 6, aproximadamente 87,69% dos respondentes (51,54% + 36,15%) declaram até 20 anos de atuação, o que pode ser interpretado como predominância de docentes ainda em processos de consolidação e diversificação de práticas ao longo da carreira. Contudo, essa aproximação deve ser lida com cautela, pois o modelo de Huberman (2000) descreve tendências gerais e pode variar conforme condições de trabalho, contextos institucionais e trajetórias individuais. Assim, a análise busca apenas situar o perfil do grupo em termos de experiência docente, fornecendo contexto para compreender os achados posteriores sobre rotina, tempo e uso de tecnologias.

Na continuidade da caracterização do perfil, o Gráfico 7 apresenta nível de ensino que o professor atua.

Gráfico 7: Quanto nível de ensino que atua



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 7 apresenta 218 apontamentos de atuação por etapa/nível de ensino, uma vez que a questão permitiu múltiplas marcações (o mesmo respondente pode atuar em mais de um nível). Observa-se maior concentração de atuações no Ensino Fundamental – anos finais (90) e no Ensino Médio regular (70), seguidas por EJA-Fundamental (27) e Ensino Médio-EJA (18), além de registros menores em técnico/profissionalizante (7), cursinho (4) e SOME[41] (2). Esse padrão sugere um grupo com inserção profissional diversificada e, em alguns casos, com múltiplas frentes de trabalho, o que ajuda a contextualizar as demandas sobre planejamento, avaliação e gestão do tempo docente que serão analisadas nas seções seguintes, bem como as associações estatísticas apresentadas a seguir (Tabela 2).

[41] SOME (Sistema de Organização Modular de Ensino) é uma política pública educacional do Estado do Pará, instituída para expandir a oferta escolar a localidades distantes e/ou com baixa cobertura, especialmente no Ensino Médio, por meio de organização modular de turmas e funcionamento ajustado às condições territoriais (Alves, 2023). Em 2014, o SOME foi reconhecido como política pública educacional pela Lei nº 7.806, com o objetivo de levar o Ensino Fundamental e, sobretudo, o Ensino Médio às localidades mais distantes, buscando também condições de acesso e permanência. No questionário, 2 entrevistados inseriram “SOME” como categoria de atuação docente por compor a oferta estadual em territórios do campo/águas/florestas, o que possivelmente impacta condições de trabalho, deslocamento e infraestrutura.

Tabela 2: Análise de Associações com a Variável “Tempo de Atuação Docente”

Nº da associação	Variáveis	Valor-p (Teste Exato de Fisher)
1	Tempo de atuação docente X Como o professor costuma iniciar suas aulas	0,177
2	Tempo de atuação docente X Oferecimento de formação continuada	0,260
3	Tempo de atuação docente X Visão do professor sobre dificuldade dos alunos nas aulas de matemática	0,718
4	Tempo de atuação docente X Preocupação do professor sobre o avanço das tecnologias de informática	0,527
5	Tempo de atuação docente X Utilização de recursos da internet	0,275
6	Tempo de atuação docente X Costume em buscar informações na internet	0,663
7	Tempo de atuação docente X Visão do professor sobre gosto dos alunos pela Matemática	0,117
8	Tempo de atuação docente X Visão do professor sobre a Matemática ser uma disciplina difícil de ser ensinada	0,894
9	Tempo de atuação docente X Participação das formações oferecidas pela rede de ensino que atua	0,698

Observação: Nível de significância adotado: 5% ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Conforme o referencial do desenvolvimento profissional de Huberman (1989), analisamos como categoria, que o tempo de atuação docente seria uma variável central para explicar diferenças nas práticas, percepções e engajamento dos professores de matemática. Para tanto, uma série de cruzamentos foi realizada entre a variável “Tempo de Atuação” (categorizada em fases da carreira) e outras variáveis-chave da consulta inicial, utilizando-se do Teste Exato de Fisher, com nível de significância de 5% ($p<0,05$).

Conforme sintetizado na Tabela 2, os testes indicaram $p > 0,05$ em todas as nove associações analisadas, não havendo evidência estatística suficiente, nesta amostra e com esta forma de categorização, para afirmar associação entre tempo de atuação e as variáveis testadas. Importa registrar que a não significância não equivale à prova de inexistência de relação, mas à ausência de evidência estatística suficiente sob as condições do estudo, o que orienta a análise para outras variáveis explicativas e/ou relações mais sutis mediadas por fatores contextuais.

Em termos descritivos, os achados sugerem que, para o grupo investigado, práticas reportadas (por exemplo, forma de iniciar as aulas), percepções sobre os estudantes e indicadores de engajamento com formação e tecnologia não diferem de modo evidente entre as faixas de tempo de atuação consideradas. Uma hipótese plausível é que elementos do contexto de trabalho, como cultura escolar, pressões curriculares, políticas de avaliação e condições estruturais, funcionem como "forças equalizadoras", reduzindo diferenças esperadas apenas pela experiência acumulada.

Diante desse resultado, a análise foi aprofundada por meio do teste de novas hipóteses, deslocando o foco da experiência individual para fatores associados à formação continuada e às estratégias de planejamento. Nessa segunda etapa, emergiram três associações estatisticamente significativas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Associações Estatisticamente Significativas na Prática Docente

Nº da associação	Variáveis	Valor-p (Teste Exato de Fisher)
10	Tempo de atuação docente X Busca na internet com foco em planejamento pedagógico	0,045
11	Tempo de atuação docente X Docente com especialização	0,001
12	Professor usa fontes externas para planejamento X Visão do professor sobre gosto dos alunos pela matemática	0,002

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O primeiro achado significativo (Associação 11, p = 0,001) evidencia uma associação entre o tempo de atuação docente e a posse de especialização. Conforme detalhado na análise das proporções, a probabilidade de um professor possuir especialização aumenta à medida que avança na carreira, passando de 48,8% na fase inicial para mais de 74% nas fases consolidadas e veteranas. Esse resultado é compatível com a interpretação de que a qualificação em nível de especialização tende a ocorrer ao longo da trajetória profissional, e não necessariamente como pré-requisito de ingresso.

O segundo achado (Associação 12, p = 0,002) estabelece relação entre a utilização de fontes externas para planejamento (por exemplo, itens do

ENEM[42]/OBMEP[43]) e a percepção do professor sobre o gosto dos alunos pela Matemática. Observa-se que docentes que utilizam essas fontes são mais propensos a indicar que “quase todos” os alunos gostam de Matemática (29,1%), em comparação com aqueles que não utilizam (3,7%). Embora não se possa inferir causalidade, a associação sugere que práticas de planejamento com maior diversidade de materiais podem estar relacionadas a um ambiente de sala de aula percebido como mais engajado.

O terceiro achado (Associação 10, p = 0,045) associa o tempo de atuação docente à busca na internet com foco em planejamento pedagógico. Trata-se de uma evidência estatística limítrofe ao nível de 5%, indicando que a experiência profissional pode se relacionar a diferentes padrões de uso da internet como suporte ao planejamento. Dado o caráter exploratório do conjunto de testes, interpretamos esse resultado como indicativo de tendência, a ser compreendido em articulação com as análises descritivas e a discussão teórica.

Em conjunto, esses achados sugerem uma dinâmica em que experiência profissional, formação continuada e estratégias de planejamento se articulam no cotidiano docente: com o avançar do tempo de atuação, cresce a probabilidade de especialização; práticas de planejamento com fontes externas se associam a percepções mais favoráveis sobre o engajamento discente; e a relação entre experiência e busca na internet aponta para variações no modo como docentes recorrem a recursos digitais para planejar. Ainda assim, reforça-se que os resultados expressam associações (não causalidade) e devem ser lidos à luz das condições da amostra e do instrumento.

Além dessas associações entre variáveis de perfil e prática, a pesquisa também investigou práticas pedagógicas específicas relacionadas ao uso de tecnologias no ensino, iniciando pela ferramenta mais tradicional no contexto escolar: a calculadora. A Tabela 4 apresenta a frequência com que os professores permitem o uso desse recurso tanto em atividades de rotina quanto em momentos avaliativos.

[42] Exame Nacional do Ensino Médio.

[43] Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas.

Tabela 4: Quanto ao Uso de calculadora em sala de aula

Situação	Resposta	Percentual
Uso da Calculadora em Aula	As vezes	55,38%
	Sim	30,77%
	Não	13,85%
Uso da Calculadora em Provas	Não	63,08%
	As vezes	26,15%
	Sim	10,77%

Fonte: pesquisa de campo (2024).

A Tabela 4 sintetiza as respostas às questões 25 e 26 do questionário aplicado durante a pesquisa de campo, relativas ao uso de calculadora em sala de aula e em avaliações. No contexto das aulas, predomina a autorização condicionada (“às vezes”, 55,38%), seguida de autorização explícita (30,77%) e de não autorização (13,85%), o que sugere uma aceitação do recurso de forma regulada, conforme objetivos e tipos de atividade. Já em provas, observa-se maior restrição: 63,08% não permitem o uso, 26,15% autorizam ocasionalmente e apenas 10,77% permitem, indicando que a calculadora é mais frequentemente admitida como apoio didático do que como recurso avaliativo.

Na sequência, o Quadro 9 reúne as respostas sobre formas de iniciar uma aula de Matemática, aspecto diretamente relacionado às estratégias didáticas e ao modo como o professor organiza o trabalho pedagógico no cotidiano.

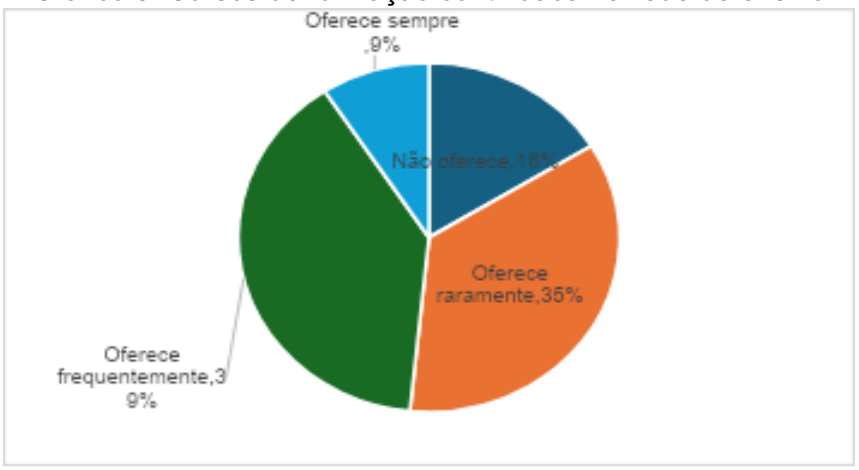
Quadro 9: Formas de Iniciar uma Aula de Matemática

Formas de iniciar as aulas de matemática	Percentual
Com uma situação problema para depois introduzir o assunto	55,48%
Pelo conceito seguido de exemplos e exercícios	36,92%
Com jogos para depois sistematizar os conceitos	2,32%
Com a criação de um modelo para situação e em seguida analisando o modelo	2,75%
Dependendo do assunto uso uma metodologia.	0,95%
Usa várias maneiras (depende da turma do assunto a ser tratado	0,79%
Trazendo sempre no primeiro momento o dia a dia do educando para que fique mais claro o porquê a necessidade daquele objeto de conhecimento, (Habilidade).	0,79%

Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Quadro 9 indica que a estratégia mais frequente para iniciar as aulas de Matemática é partir de uma situação-problema e, em seguida, introduzir o conteúdo (55,38%), seguida da abordagem conceito-exemplos-exercícios (36,92%). As demais alternativas aparecem com percentuais reduzidos, como o uso de jogos (2,31%) e a criação/análise de modelos (2,31%), além de respostas pontuais (0,77%) que sugerem variação conforme turma e conteúdo. Esse resultado sugere predominância de formas de abertura centradas em contextualização por problemas e em exposição estruturada, oferecendo um panorama inicial das escolhas didáticas do grupo. Na sequência, examinam-se aspectos ligados ao desenvolvimento profissional, particularmente a oferta e a participação em formação continuada.

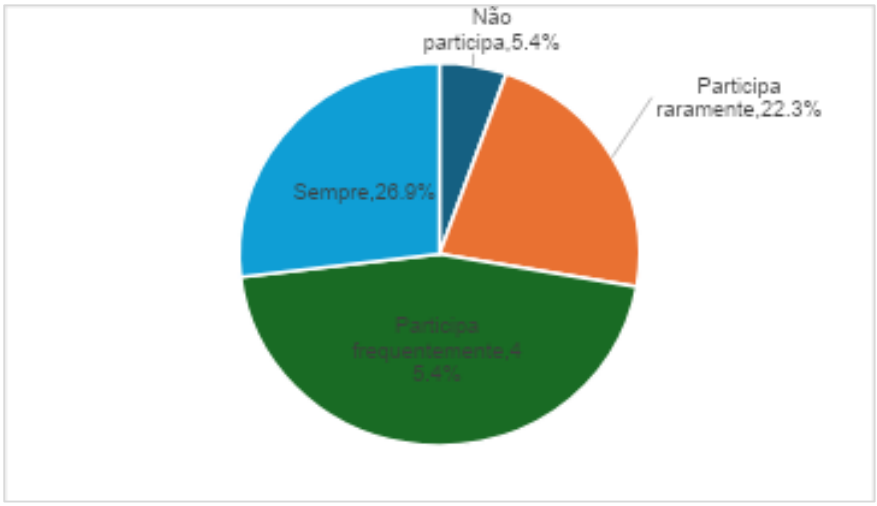
Gráfico 8: Cursos de formação continuada na rede de ensino



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 8 apresenta a percepção dos docentes sobre a frequência com que a rede de ensino oferece cursos de formação continuada. Observa-se que 39% indicam que a rede oferece frequentemente, 36% apontam oferta raramente e 9% afirmam que a rede oferece sempre; por outro lado, 16% relatam que a rede não oferece formação continuada. Esses dados sugerem um cenário de oferta percebida como existente, porém desigual e, em parte dos casos, insuficiente, o que pode repercutir nas oportunidades de atualização profissional. Em seguida, o Gráfico 9 focaliza a participação dos professores nessas formações.

Gráfico 9: Participação em cursos de formação continuada



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 9 indica que a participação em cursos de formação continuada é relativamente elevada entre os respondentes: 45,4% afirmam participar frequentemente e 26,9% participam sempre. Ainda assim, 22,3% relatam participação raramente, e 5,4% informam que não participam de cursos. O resultado sugere que, embora exista adesão significativa, há um grupo expressivo com participação irregular, o que pode decorrer de limitações de acesso, adequação temática ou condições de trabalho. Para aprofundar essa leitura, o Quadro 10 apresenta os motivos apontados para a não participação ou participação reduzida.

Quadro 10: Motivos para não Participar de Cursos de Formação Continuada (mais de uma marcação)

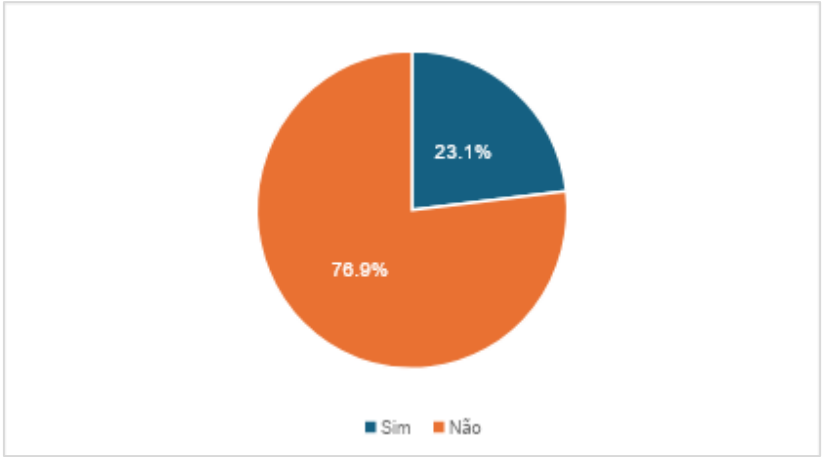
Quais são os principais motivos pelos quais você não participa de cursos de formação continuada?	**Percentual**
Não terei acréscimo financeiro na minha carreira	8,3%
As formação na maioria das vezes não são voltadas para a disciplina que leciono	33,3%
Não possuo interesse pelos cursos oferecidos	19,4%
Os cursos geralmente não são atrativos	30,6%
Os cursos não abordam temas relevantes para a minha disciplina de atuação	2,8%
Acredito que já possuo os conhecimentos necessários	2,8%
Estou vinculado a outra instituição e por isso não posso participar	8,3%
Falta de tempo	5,6%
Não é oferecido esse tipo de curso	2,78%
estou a procura	2,78%
me falta tempo para qualificar	2,78%
Desinteresse por curso na modalidade online, prefiro presencial	2,78%

Resido numa cidade diferente	2,78%
Quando acontece em município distante e as diárias não são enviadas antes para as despesas com o deslocamento	2,78%
Pelo motivo de estar nas zonas rurais, isso impossibilita está atualizado e informado desses cursos, muitos passam despercebidos	2,78%
Participo quando a escola permite	2,78%

Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Quadro 10 reúne os principais motivos indicados pelos professores para a não participação (ou participação reduzida) em cursos de formação continuada. Destacam-se como razões mais recorrentes a percepção de que os cursos não são voltados para a disciplina em que lecionam (33,3%) e que não são atrativos (30,6%), além de falta de interesse (19,4%). Em menor frequência, aparecem fatores associados a condições de trabalho e logística, como falta de tempo (5,6%) e registros pontuais relacionados a deslocamento, modalidade (preferência por presencial) e ausência de oferta (itens com 2,78%). Esse conjunto de respostas sugere que, além da disponibilidade de cursos, a pertinência temática e a atratividade percebida influenciam a adesão docente, apontando para a necessidade de formações mais contextualizadas às demandas reais do ensino de Matemática. Na sequência, analisa-se a percepção dos docentes sobre a dificuldade de ensinar Matemática, o que complementa o quadro de autoavaliação profissional.

Gráfico 10: Consideração dos docentes sobre a dificuldade de ensinar matemática

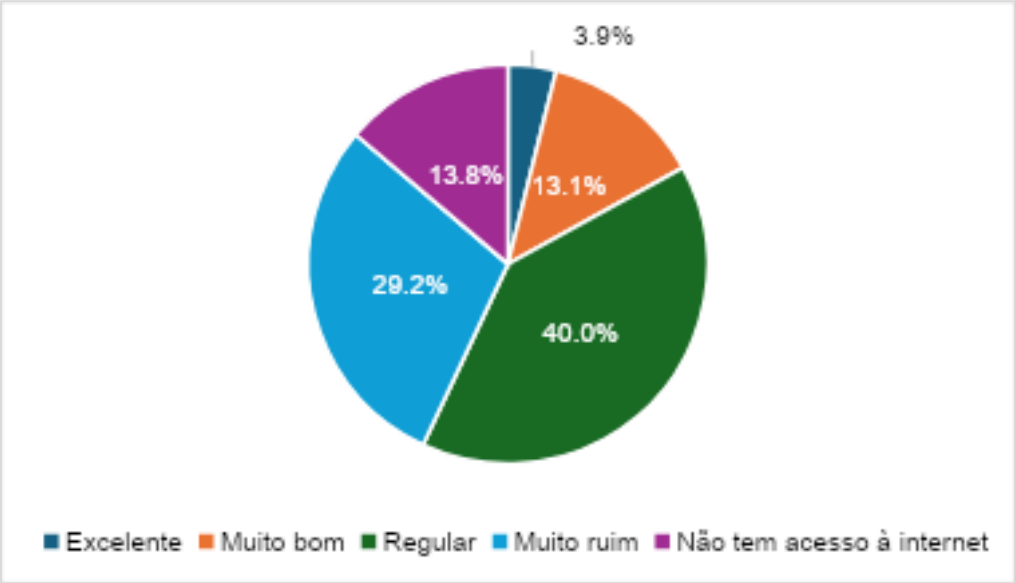


Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 10 apresenta a percepção dos docentes quanto à dificuldade de ensinar Matemática. Observa-se que 76,9% não consideram a Matemática uma disciplina difícil de ensinar, enquanto 23,1% a consideram difícil. Esse resultado

sugere que a maioria dos respondentes percebe a docência em Matemática como manejável em termos didático-pedagógicos, embora exista um contingente relevante que aponta dificuldades, o que pode estar associado a fatores como heterogeneidade das turmas, lacunas de aprendizagem e condições de trabalho. Na continuidade, os gráficos a seguir aprofundam aspectos ligados à tecnologia e são analisados em dois níveis: primeiro, as condições de acesso e infraestrutura disponíveis nas escolas (internet e equipamentos); em seguida, as práticas de uso da internet relatadas pelos professores para apoiar o trabalho pedagógico.

Gráfico 11: Acesso à internet da escola



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 11 indica que a avaliação do acesso à internet nas escolas concentra-se em “regular” (40,0%) e “muito bom” (29,2%), sugerindo um cenário de conectividade funcional, porém com limitações. Ainda assim, chama atenção a presença de 13,8% de escolas com acesso muito ruim e 16,2% sem acesso, o que evidencia desigualdade estrutural e potencial impacto sobre iniciativas que dependem de recursos *online*. Na sequência, o Gráfico 12 apresenta um indicador complementar de infraestrutura: a disponibilidade de computadores para fins pedagógicos.

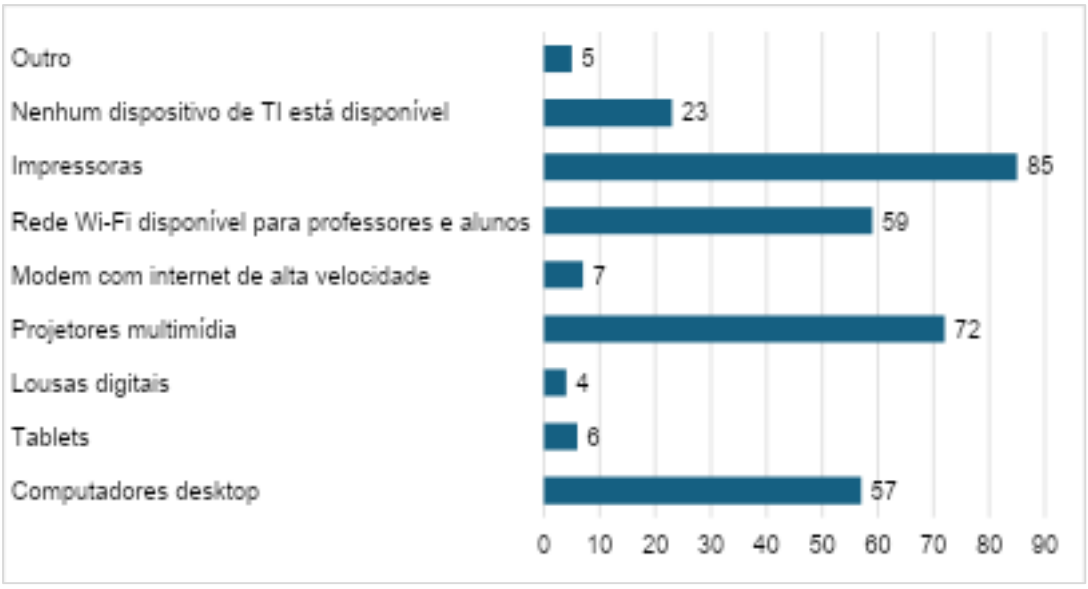
Gráfico 12: Presença de laboratório de informática na escola



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 12 indica que 64,6% dos docentes informam que suas escolas não possuem laboratório de informática, enquanto 35,4% afirmam que há esse recurso disponível. Esse resultado sugere uma limitação estrutural relevante para o uso pedagógico de tecnologias digitais, sobretudo quando se considera a necessidade de espaços e equipamentos adequados para atividades planejadas com recursos computacionais. Na sequência, o Gráfico 13 detalha quais dispositivos e recursos de TI estão disponíveis nas escolas, complementando a caracterização da infraestrutura.

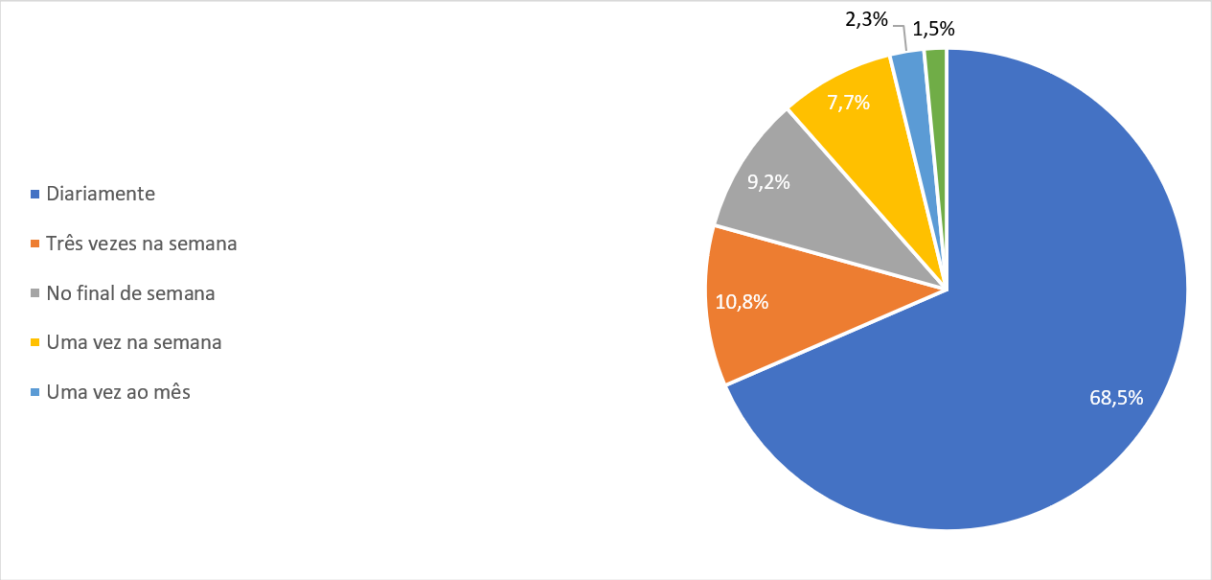
Gráfico 13: Dispositivos de tecnologia da informação disponíveis na escola para uso educacional



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 13 apresenta os dispositivos de tecnologia da informação disponíveis nas escolas para uso educacional, em questão de múltipla escolha. Observa-se maior presença de impressoras - 85 (65,4%), projetores multimídia - 72 (55,4%), rede Wi-Fi - 59 (45,4%) e computadores desktop - 57 (43,8%), enquanto recursos voltados a usos mais interativos e individualizados aparecem com baixa ocorrência, como tablets - 6 (4,6%) e lousas digitais – 4 (3,1%). Além disso 23 marcações, correspondente a 17,7% indicam não dispor de nenhum dispositivo de TI, sugerindo desigualdades de infraestrutura que ajudam a explicar limites e possibilidades do uso de tecnologias no cotidiano docente. Na sequência, os próximos gráficos focalizam o uso efetivo da internet pelos professores (frequência e finalidade das buscas), articulando disponibilidade de recursos e práticas de planejamento.

Gráfico 14: Frequência de busca de informações na internet



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 14 indica elevada recorrência de buscas na internet: 68,5% dos professores afirmam pesquisar diariamente, seguidos por 10,8% que o fazem três vezes na semana. Percentuais menores concentram-se em rotinas menos frequentes, como no final de semana (9,2%), uma vez na semana (7,7%) e uma vez ao mês (2,3%). Esse padrão sugere que a internet se constitui como um recurso integrado ao cotidiano docente, possivelmente para apoiar decisões de planejamento, seleção de materiais e preparação de aulas. Na sequência, o próximo gráfico detalha quais

conteúdos/temas são mais buscados, permitindo compreender a finalidade dessas pesquisas.

Gráfico 15: Principais buscas na rede mundial de computadores



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 15 indica que as buscas na internet se concentram principalmente em demandas diretamente relacionadas ao trabalho pedagógico, com destaque para atividades para as aulas (83,1%) e materiais didáticos (81,5%), seguidas por vídeos educacionais (54,6%), estratégias pedagógicas (53,8%) e metodologias de ensino (53,1%), além de planejamento de aulas (35,4%). Em um segundo nível, aparecem buscas de apoio à profissionalização e atualização, como pesquisa acadêmica (38,5%), desenvolvimento profissional (36,2%), atualizações sobre tecnologias educacionais (40,0%) e notícias/informações (42,3%). Já temas não diretamente pedagógicos, como entretenimento (50,0%), compras online (28,5%), tecnologia (27,7%) e estilo de vida (19,2%), também estão presentes, porém com menor centralidade quando comparados às buscas voltadas à preparação das aulas. Em conjunto, os dados reforçam a internet como instrumento de planejamento, curadoria e atualização docente, aspecto que ajuda a interpretar as análises seguintes sobre as atividades docentes que mais consomem tempo do professor de Matemática.

Gráfico 16: Atividades que consomem mais o tempo docente



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 16 reúne as atividades mais frequentemente apontadas pelos 130 docentes entrevistados como aquelas que consomem tempo na rotina profissional (questão de múltipla escolha). Destacam-se atividades de preparação e produção didática, como planejamento de aulas (60,8%), elaboração de apostilas (58,5%), elaboração de provas (50,8%) e seleção de conteúdos (41,5%), além de tarefas de pós-aula, como correção de provas e trabalhos (46,9%), atendimento individual aos alunos (30,8%) e desenvolvimento de projetos interdisciplinares (33,1%). Em conjunto, os dados sugerem que a maior pressão de tempo recai sobre o ciclo de planejar–produzir–avaliar–corrigir, o que justifica investigar, na sequência, o papel da internet como recurso de apoio à realização dessas tarefas (Gráfico 17).

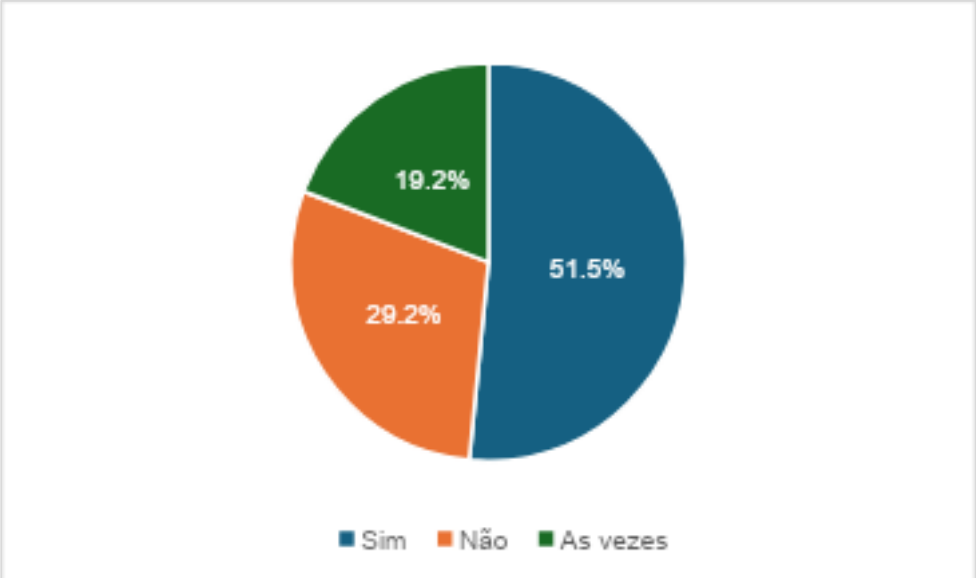
Gráfico 17: Utilização da internet para realização de tarefas pedagógicas



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 17 indica que a internet está amplamente incorporada à realização de tarefas pedagógicas: 66,2% dos docentes afirmam utilizá-la frequentemente (Sim), enquanto 4,6% informam não utilizar (Não) e 29,2% relatam uso ocasional (Às vezes). Esse resultado sugere que, para a maioria, a internet atua como suporte direto às tarefas do cotidiano docente.

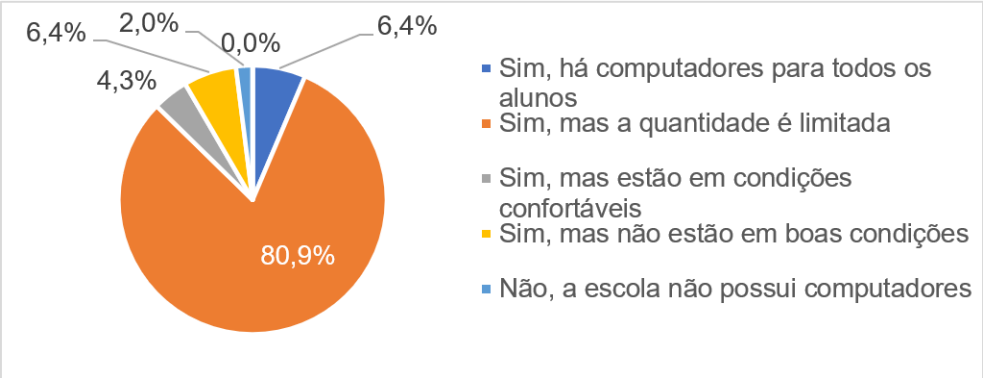
Gráfico 18: Preocupação com o avanço das tecnologias na profissão docente



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 18 revela que a preocupação com o avanço das tecnologias na profissão docente é predominante: 51,5% dos respondentes afirmam preocupar-se, enquanto 29,2% dizem não se preocupar e 19,2% indicam preocupação ocasionalmente. Esse padrão sugere que, para parte expressiva do grupo, a presença crescente de tecnologias no trabalho docente é percebida como um tema relevante, possivelmente associado a desafios de adaptação, formação e infraestrutura para uso pedagógico das TI. Ao mesmo tempo, a parcela que não manifesta preocupação aponta para diferentes formas de relação com a tecnologia, seja por confiança, distanciamento ou pouca incidência no cotidiano, o que torna importante observar como essas percepções se articulam às condições concretas de acesso e recursos disponíveis nas escolas.

Gráfico 19: Computadores disponíveis para uso educacional

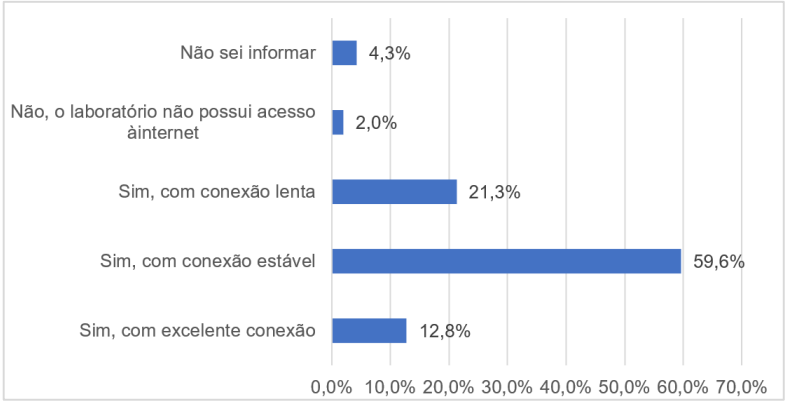


Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 19 indica que a presença de computadores para uso educacional é reconhecida pela maioria dos docentes participantes, embora predominem limitações relacionadas à quantidade disponível. Observa-se que 80,9% dos respondentes afirmaram que a escola possui computadores, porém em quantidade limitada para atender às demandas pedagógicas. Percentuais menores indicaram outras situações: 6,4% relataram que há computadores para todos os alunos, 6,4% afirmaram que os equipamentos não estão em boas condições de uso, 4,3% consideraram que os computadores disponíveis estão em condições confortáveis e 2,0% indicaram que a escola não possui computadores.

Em síntese, os dados evidenciam que o principal desafio não está apenas na existência do recurso tecnológico, mas principalmente em sua disponibilidade e adequação às necessidades do trabalho pedagógico. Esse cenário ajuda a contextualizar os resultados relacionados às condições de conectividade, acesso às tecnologias digitais e possibilidades de integração de ferramentas de IA no cotidiano escolar.

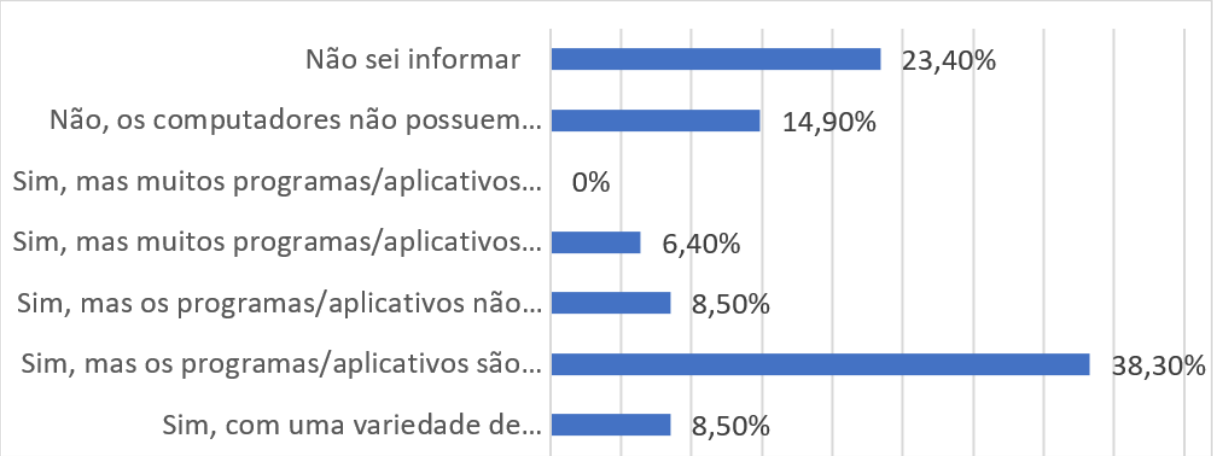
Gráfico 20: Acesso à internet na escola e nível de conexão



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 20 apresenta o nível de conectividade à internet nos laboratórios das escolas. Predomina o acesso com conexão estável (56,9%), seguido por conexão lenta (21,3%) e excelente conexão (12,8%). Uma parcela menor indica ausência de acesso à internet no laboratório (2,1%), e 4,3% não souberam informar. Em síntese, ainda que a maioria reporte algum nível de conectividade, a presença de conexão lenta e a inexistência de acesso em parte das escolas sinalizam limites concretos para o uso pedagógico regular de recursos digitais, especialmente em atividades que exigem navegação, plataformas e mídias.

Gráfico 21: Programas e aplicativos para fins educacionais

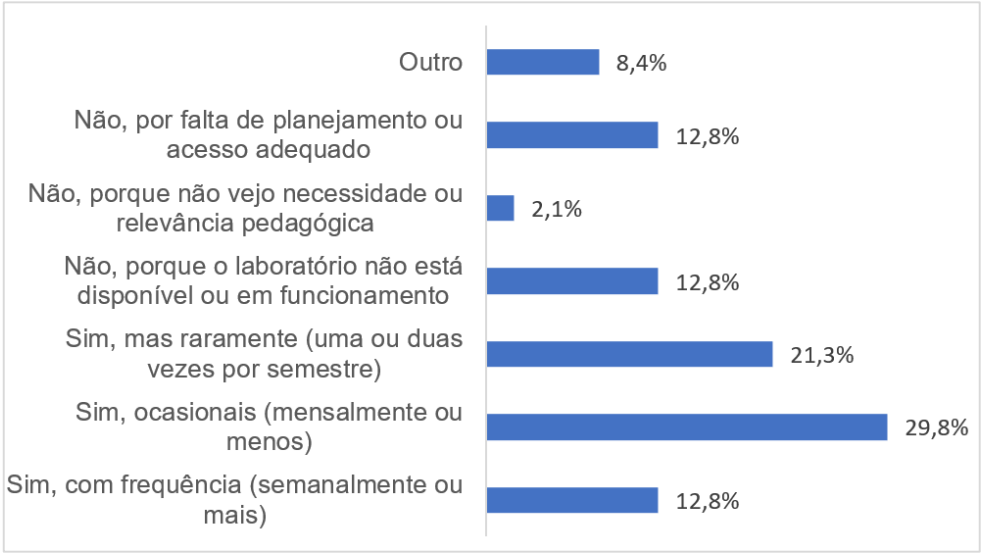


Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 21 apresenta a situação dos computadores das escolas quanto à presença de programas e aplicativos para fins educacionais. Predomina a percepção de que há *softwares*, porém limitados (38,3%), enquanto 14,9% indicam que não existem programas/aplicativos específicos nos computadores. Além disso, 8,5% avaliam que os programas não atendem às necessidades pedagógicas e 6,4% apontam que muitos recursos estão desatualizados, ao passo que apenas 8,5% relatam uma variedade de programas/aplicativos educacionais atualizados. Chama atenção, ainda, o percentual de 23,4% que não soube informar, sugerindo baixa visibilidade/uso efetivo desses recursos ou ausência de comunicação institucional sobre o que está disponível. Em síntese, os dados indicam que, além do acesso a equipamentos e internet, a dimensão do *software* educacional e sua adequação

pedagógica constitui um limitador relevante para a integração de tecnologias no cotidiano docente.

Gráfico 22: Utilização do laboratório de informática por parte do professor



Fonte: pesquisa de campo (2024).

O Gráfico 22 mostra que o uso do laboratório de informática é irregular entre os respondentes. Apenas 12,8% relatam utilização frequente (semanal ou mais), enquanto 29,8% indicam uso ocasional (mensalmente ou menos) e 21,3% afirmam utilizar raramente. Entre os motivos associados à não utilização, destacam-se a indisponibilidade ou não funcionamento do laboratório (12,8%) e a falta de planejamento e/ou acesso adequado (12,8%), além de uma parcela menor que não percebe necessidade ou relevância pedagógica (2,1%), somando-se ainda respostas classificadas como outros (8,4%), nas quais aparecem menções à inexistência de laboratório, ao uso do espaço como sala de aula, à instabilidade da internet e à falta de oportunidade de utilização. Em síntese, os dados sugerem que a existência de laboratório não se converte automaticamente em uso pedagógico regular, pois a utilização depende de condições materiais, organização escolar e sentido pedagógico atribuído ao recurso.

Em conjunto, os resultados deste achado quantitativo evidenciam que a integração de tecnologias ao trabalho docente ocorre em um cenário marcado por uso frequente da internet, porém com restrições de infraestrutura, limitações de softwares e uso irregular do laboratório. Esses achados ajudam a contextualizar a relação entre demandas de tempo, condições de trabalho e possibilidades de incorporação de

recursos digitais. Para complementar essa leitura, a seção seguinte apresenta evidências qualitativas oriundas das questões abertas, permitindo explicitar sentidos, justificativas e nuances não captadas pelos percentuais.

4.2 EVIDÊNCIAS QUALITATIVAS (QUESTÕES ABERTAS)

Além dos resultados quantitativos, as questões abertas do formulário ofereceram evidências qualitativas relevantes para caracterizar o perfil do grupo participante e contextualizar as rotinas docentes investigadas. Para análise, procedeu-se a uma categorização[44] temática descritiva, com leitura integral das respostas abertas e com normalização de grafias (por exemplo, padronização de variações de uma mesma instituição, como “UFPA/Universidade Federal do Pará” e “UEPA/Universidade do Estado do Pará”), seguida de agrupamento por núcleos de sentido (instituições formadoras, área de especialização e território de atuação).

No conjunto de respostas sobre a instituição de formação inicial e de pós-graduação, observa-se predominância de referências a universidades públicas e/ou polos regionais, com recorrência de instituições do Pará e de outras unidades federativas, o que sugere um grupo com trajetórias formativas diversificadas, mas com forte ancoragem em circuitos formativos do Norte e de redes conveniadas (presencial/semipresencial). Complementarmente, no campo “cidade em que leciona matemática”, aparecem diferentes municípios (incluindo capitais e interiores), além de registros de atuação em mais de uma localidade, o que sugere a hipótese de mobilidade/itinerância docente e de realidades escolares heterogêneas, elemento que ajuda a interpretar, na seção quantitativa, as percepções sobre carga de trabalho, acesso à internet e condições de desenvolvimento profissional.

Quanto ao nome do curso de especialização, as respostas foram categorizadas em três eixos: (i) Ensino/Educação Matemática (ênfase pedagógica), (ii) metodologias/tecnologias educacionais (ênfase didático-tecnológica) e (iii) gestão/áreas afins (ênfase institucional). Essa distribuição qualitativa dialoga com a problemática da pesquisa ao indicar que parte do grupo busca formação voltada à

[44] Procedimento*:* leitura das respostas abertas; correção de grafias; unificação de siglas; remoção de duplicidades; agrupamento por tema (instituição/território/ênfase formativa).

prática pedagógica e/ou ao uso de tecnologias, o que pode influenciar a forma como interpretam e incorporam ferramentas digitais no cotidiano de trabalho.

Em conjunto, as categorias evidenciam diversidade de trajetórias formativas e heterogeneidade territorial de atuação, o que contribui para contextualizar as variações observadas nos indicadores quantitativos de carga de trabalho, acesso a recursos digitais e desenvolvimento profissional.

Quadro 11: Categorização temática das respostas abertas

Campo aberto	Categoria	Exemplos de respostas	Observação interpretativa
Instituição (Licenciatura em Matemática)	Universidades públicas	“UFPA”, “UEPA”, “UFPI”	Indica forte presença de formação inicial em IES[45] públicas, reforçando repertórios acadêmicos diversos entre os respondentes.
Instituição (Licenciatura em Matemática)	Instituições privadas	“UNAMA”, “UNIP”, “UNIVERSO”	Evidencia trajetórias de formação também em instituições privadas, sugerindo heterogeneidade de percursos formativos.
Instituição (Licenciatura em Matemática)	Polos/campi regionais e interiorização	“UFPA Breves”, “UEPA - Campus XIV”, “IFPA - Campus Belém”	Sinaliza interiorização da formação, o que dialoga com contextos de atuação fora de capitais.
Instituição (Especialização)	Instituições públicas	“UFPA”, “UEPA”, “UFPI”	Parte do grupo mantém vínculo com IES públicas na pós-graduação, sugerindo continuidade acadêmica/formativa.
Instituição (Especialização)	Instituições privadas/EAD e redes conveniadas	“FAVENI”, “UNINTER”, “UNIASSELVI”	Sugere busca por flexibilidade (tempo/custo/modalidade), coerente com rotina docente e necessidade de conciliar trabalho e formação.
Instituição (Especialização)	Memória incompleta/registro impreciso	“Não lembro”	Indica limitação típica de questão aberta (lembrança/precisão), justificando a normalização/limpeza textual na análise.
Cidade em que leciona Matemática	Região Metropolitana (PA)	“Belém”, “Ananindeua”, “Benevides”	Concentração metropolitana pode favorecer acesso a redes formativas,

[45] Instituição de Ensino Superior.

			internet e eventos, em comparação ao interior.
Cidade em que leciona Matemática	Interior do Pará	“Canaã dos Carajás”, “Breves”, “Marabá”	Reforça diversidade territorial e possíveis desigualdades de infraestrutura/tempo de deslocamento e acesso à formação.
Cidade em que leciona Matemática	Mobilidade/mais de uma localidade	“Belém e Ananindeua”, “Breves e Portel”	Sugere itinerância ou múltiplos vínculos, aspecto que pode intensificar carga de trabalho e organização do tempo.
Cidade em que leciona Matemática	Outros estados/país (atuação fora do PA)	“Santa Inês–MA”, “Boa Vista do Gurupi–MA”, “Funchal”	Indica alcance para além do território paraense, coerente com recrutamento em cadeia (snowball) e redes de contato amplas.
Nome do curso de especialização	Ênfase pedagógica (Ensino/Educação Matemática)	“Ensino de Matemática”, “Didática da Matemática”, “Educação Matemática”	Aponta interesse direto em aprimorar práticas de ensino, conectando-se ao foco da pesquisa (rotina e trabalho pedagógico).
Nome do curso de especialização	Ênfase didático-tecnológica (metodologias/tecnologias)	“Educação digital e metodologias ativas”, “Matemática e suas tecnologias e o mundo do trabalho”	Sugere abertura a tecnologias e metodologias, o que ajuda a interpretar percepções sobre uso da internet/IA no cotidiano.
Nome do curso de especialização	Ênfase institucional (gestão/supervisão)	“Gestão escolar”, “Coordenação”, “Supervisão/inspeção/orientação escolar”	Indica parte do grupo com atuação/interesse em funções de gestão, o que pode alterar demandas e uso do tempo docente.
Nome do curso de especialização	Ênfase inclusão/apoio pedagógico	“Educação Especial e Inclusiva”, “Psicopedagogia clínica e institucional”	Sinaliza preocupações com diversidade/NEE, potencialmente ampliando tarefas de planejamento/adaptação.
Nome do curso de especialização	Ênfase matemática aplicada (finanças/estatística)	“Matemática Financeira e Estatística”, “Ensino de Estatística e Matemática Financeira”	Indica atualização em conteúdos aplicados, possivelmente relacionada à contextualização e interdisciplinaridade.

Fonte: elaboração do autor (2024), a partir das respostas abertas do formulário (*Google Forms*).

Assim, o Quadro 11 evidencia que as respostas abertas, quando organizadas por núcleos de sentido, confirmam a heterogeneidade do grupo participante quanto às trajetórias formativas e aos contextos de atuação (instituições formadoras, ênfases de

especialização e territorialidade). Essa leitura qualitativa, ainda que descritiva, complementa os resultados quantitativos, oferecendo um pano de fundo interpretativo para compreender por que percepções sobre carga de trabalho, acesso a recursos digitais e participação em formações podem variar entre os respondentes. Com base nessa caracterização integrada, a seção seguinte aprofunda a discussão dos achados à luz do referencial teórico e dos objetivos da pesquisa.

Os resultados quanti-qualitativos indicam que a integração de tecnologias ao ensino de Matemática já é uma realidade nas práticas docentes, mas ocorre de forma heterogênea e, muitas vezes, sob restrições que extrapolam a decisão individual do professor. Ao combinar a leitura estatística dos itens do questionário com a interpretação das respostas abertas, foi possível identificar padrões, exceções e justificativas que qualificam o diagnóstico do grupo investigado. Essa compreensão é decisiva porque desloca o debate do “usar ou não usar” para o “como usar, com quais condições e com que critérios de validação pedagógica”. Desse modo, os resultados apresentados consolidam evidências que fundamentam a etapa seguinte do trabalho: discutir implicações para o tempo docente e delinear encaminhamentos formativos e operacionais que subsidiem a proposição de um produto educacional.

5 ARQUITETURA DO CURSO: “Inteligência Artificial na Rotina Docente: soluções práticas para professores de Matemática”

5.1 APRESENTAÇÃO DO CURSO: BASE DO PRODUTO EDUCACIONAL

Nesta seção, descreve-se a arquitetura do curso “Inteligência Artificial na Rotina Docente: soluções práticas para professores de Matemática”, que integra a concepção e a aplicação do Produto Educacional MATIAS: Manual de IA para Professores de Matemática, desenvolvido no âmbito desta pesquisa no Programa de pós-graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. O curso foi organizado em três encontros *online* síncronos, combinando demonstrações orientadas e práticas replicáveis, com foco na adoção crítica e responsável de ferramentas de IA Gen na rotina docente.

5.1.1 Público-alvo e formato

- Público-alvo: professores(as) de Matemática da Educação Básica (com ou sem experiência prévia em IA).
- Formato: curso *online* síncrono, com três encontros e momentos de demonstração e prática orientada.

5.1.2 Duração e recursos necessários

- Duração: três encontros (carga horária total de 10 horas).
- Recursos necessários: computador ou celular com internet; *e-mail* ativo; acesso às ferramentas indicadas; ambiente virtual para encontro síncrono; espaço para compartilhamento de materiais (*drive*, grupo, sala virtual) e, quando possível, documentos curriculares da rede/escola para orientar alinhamento.

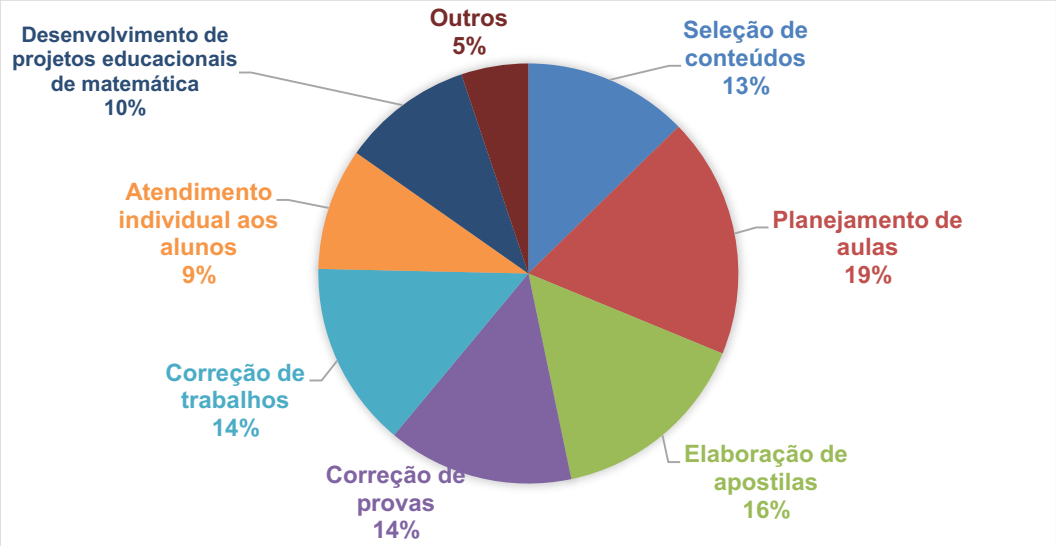
5.2 JUSTIFICATIVA

A proposta se justificou após a aplicação e análise do questionário direcionado a professores de Matemática, realizado por meio de uma pesquisa aberta no formato bola de neve (*Snowball*), da qual participaram 135 respondentes. Por se tratar desse formato de amostragem, os resultados descrevem tendências do grupo participante,

servindo como base para a elaboração do curso e do manual. Entre as questões investigadas, destacaram-se aquelas relacionadas ao trabalho docente e às tarefas que compõem a rotina profissional e tendem a consumir maior tempo, especialmente atividades vinculadas ao planejamento, à produção de materiais didáticos e à elaboração/correção de avaliações.

Nesse contexto, as respostas obtidas na pesquisa diagnóstica inicial fundamentaram diretamente a construção da formação continuada e do produto educacional proposto nesta dissertação. A partir das demandas identificadas pelos próprios participantes, priorizou-se uma formação orientada a tarefas autênticas e de alta recorrência na rotina docente, nas quais a IA generativa pode contribuir para redução de retrabalho, apoio à organização pedagógica e otimização de processos, sem substituir a mediação e o julgamento profissional do professor. As respostas foram mapeadas e sintetizadas no gráfico a seguir:

Gráfico 23: Rotina de Trabalho do Professor de Matemática



Fonte: pesquisa de campo (2024).

Nesse sentido, as respostas fundamentaram a escolha de elaboração da formação continuada e centrada em soluções mais urgentes e necessárias para auxiliar o fazer docente, com as ferramentas de IA. O encontro formativo visou favorecer ensinamentos das IAs para reduzir (re)trabalho, qualificar entregas pedagógicas e ampliar tempo disponível para mediação, acompanhamento e intervenções, no fazer docente, no cotidiano das escolas.

5.3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS DO CURSO

5.3.1 Objetivo Geral

Favorecer conhecimentos sobre as ferramentas de Inteligência Artificial, com foco na aplicação prática na rotina de professores da disciplina de Matemática. Destacando como essas tecnologias podem apoiar o planejamento de aulas, a elaboração de materiais didáticos, a construção de avaliações e a curadoria de conteúdos confiáveis, otimizando tempo e promovendo inovação pedagógica no ensino de Matemática.

5.3.2 Objetivos específicos

a) compreender noções fundamentais sobre IA (com ênfase em IA Gen) e suas possibilidades na rotina docente;

b) utilizar um roteiro de *prompts* para formular pedidos claros e completos (tema, série, objetivo, duração, alinhamento e avaliação);

c) produzir, com apoio da IA, planos de aula e materiais didáticos alinhados ao contexto da turma;

d) elaborar atividades e listas de exercícios com variações por nível de dificuldade;

e) construir instrumentos avaliativos e rubricas/critérios de correção;

f) organizar registros pedagógicos (devolutivas, relatórios e intervenções) com base em evidências;

g) aplicar procedimentos de validação crítica (checagem matemática, adequação didática e revisão de vieses);

h) adotar recomendações essenciais de ética, segurança e privacidade no uso educacional da IA.

5.4 COMPETÊNCIAS E RESULTADOS ESPERADOS DO PARTICIPANTE

Ao final do curso, espera-se que o(a) participante demonstre evidências de que:

- formula *prompts* com estrutura adequada e intencionalidade pedagógica;
- planeja aulas e sequências didáticas com foco em objetivos, tempo e estratégias de avaliação;

- produz materiais de apoio e atividades contextualizadas e graduadas por nível;
- elabora avaliações (objetivas e/ou discursivas) e rubricas coerentes com o que foi ensinado;
- revisa criticamente as respostas geradas pela IA identificando inconsistências matemáticas e ajustes necessários;
- reconhece e mitiga riscos de vieses, plágio, desinformação e fragilidades de confiabilidade;
- preserva a privacidade, evitando o uso de dados sensíveis de estudantes e famílias; e
- monitora impactos do uso de IA na aprendizagem e ajusta práticas com base no contexto e em evidências.

5.5 METODOLOGIA

A formação continuada foi conduzida, com a mediação da Plataforma *Google meet*, com aulas expositivas dialogadas e discussão de estudos de caso, além de apresentação breve e demonstração orientada de cada ferramenta. Em seguida, realizávamos momentos práticos, com a produção de materiais e socialização de resultados. Com efeitos mais realistas, adotamos e priorizamos tarefas autênticas da rotina docente, como: planejamento de aula ou projetos educacionais, elaboração de atividades práticas de conteúdos e simulamos estratégias avaliativas, solicitando devolutivas e registros. Os ciclos de produção, revisão e melhoria iterativa, sempre contavam com a mediação do formador e validação crítica pelo(a) professor(a).

Quadro 12: Sequência didática do Curso sobre IA

Encontro	**Temática do curso**	**Plataforma de IA**	**Descrição da Atividade/Tarefa**
I	O que é Inteligência Artificial?	*ChatGPT*	- Apresentação e Fundamentação teórica - Elaboração de Planos de aula
	IA Generativa e aplicações no ensino	*ChatGPT* *Perplexity*	Produção de quiz e listas de exercícios

II	IA Generativa e aplicações no ensino	*Google IA Studio*	Elaboração de Avaliações em diversos formatos e tipos
		Gamma App	Elaboração de Apresentações em Slide
III	IA Generativa e aplicações no ensino	*Google IA Studio* *ChatGPT* *NotebookLM*	Correção de atividades avaliativas
			Análise de Dados Educacionais
			Produção de Relatórios gerais e individuais
			Intervenção pedagógica
	Plataformas que podem ser integradas com o uso de IA	*Plickers* *Google Forms* *Gradepen*	Aplicação de quiz com IA.

Fonte: Súmula do Curso, elaborado pelo autor (2025).

5.6 ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO

A avaliação ocorreu de modo formativo, organizada em três componentes:

a) Diagnóstico inicial: levantamento breve sobre familiaridade com IA e principais demandas/“dores” da rotina docente;

b) Produção final: elaboração de um kit de apoio docente com IA Gen para professor de matemática contendo, no mínimo, um plano de aula, uma atividade/lista, um instrumento avaliativo e uma rubrica, todos revisados criticamente;

c) Autoavaliação/reflexão: registro breve sobre aprendizados, limites percebidos, cuidados éticos adotados.

A arquitetura do curso, assim delineada, serve como referência para compreender como as decisões de estrutura, metodologias e atividades se conectam às demandas identificadas no diagnóstico com os docentes. Ao privilegiar tarefas autênticas da rotina (planejamento, produção de materiais e avaliação) e incorporar procedimentos de uso responsável e validação crítica, o desenho formativo permite interpretar com maior precisão as escolhas sistemáticas feitas no produto educacional e o modo como ele foi elaborado.

Figura 9: Ferramentas de IA para o Ensino de Matemática



Fonte: elaboração do autor (2026), inspirado em Zorzal (2024)[46]

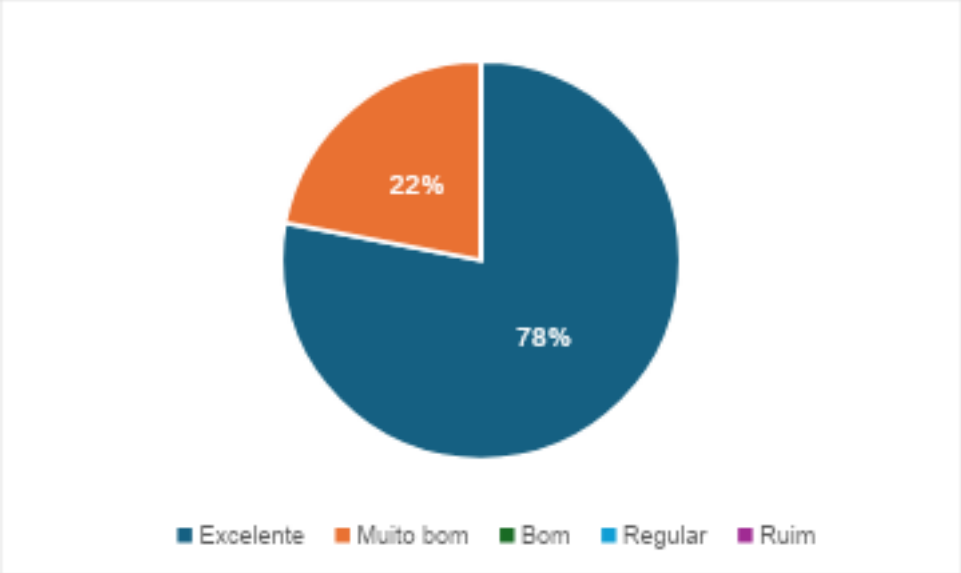
5.7 AVALIAÇÃO E PERCEPÇÕES DOS PARTICIPANTES SOBRE O CURSO

A etapa formativa do curso contou com a participação de 79 professores que ensinam Matemática na Educação Básica, oriundos predominantemente do estado do Pará, além de participantes de outras localidades alcançadas por meio da divulgação online da formação. Diferentemente da pesquisa diagnóstica inicial, composta por 135 respondentes do questionário *survey*, esta etapa concentrou-se nos professores efetivamente inscritos e participantes dos encontros formativos realizados de maneira síncrona em ambiente virtual. O grupo apresentou diferentes níveis de familiaridade com ferramentas de IA, abrangendo desde docentes que já utilizavam algumas

[46] Professor Doutor Ezequiel Zorzal é Pesquisador e Palestrante, Especialista em Realidade Estendida (XR) e Inteligência Artificial (IA). Desenvolve trabalhos com Inovação e Transformação Digital na Educação e Negócios. Disponível em: https://ezequielzorzal.com/downloads/ai_e_zorzal.pdf?fbclid=PAZXh0bgNhZW0CMTEAc3J0YwZhcHBfaWQMMjU2MjgxMDQwNTU4AAGnR0uDKD1k0EqOh_-2BC-A_aGkUzgSab3SawMfUezUIA4l0DD8g27F13n9q2c_aem_cBmw6oAGckCEQKJqXhb3nQ. Acesso em 29 nov. 25.

tecnologias digitais em sua prática pedagógica até participantes que relataram experiências iniciais com esse tipo de recurso. Essa diversidade de perfis possibilitou identificar distintas percepções, potencialidades e desafios relacionados à incorporação da IA no trabalho docente em Matemática.

Gráfico 24: Como você avalia o curso de forma geral?



Fonte: pesquisa de campo (2025).

A avaliação geral do curso apresentou resultados amplamente positivos entre os participantes. Conforme demonstrado no Gráfico 24, onde 78% dos cursistas classificaram a formação como “excelente”, enquanto 22% avaliaram o curso como “muito bom”, não havendo registros de avaliações negativas ou regulares. Esses resultados evidenciam elevada aceitação da proposta formativa, indicando que os conteúdos, metodologias e ferramentas apresentadas atenderam às expectativas dos professores participantes. Além disso, os dados reforçam a pertinência da temática da IA aplicada ao trabalho docente em Matemática, especialmente diante das demandas relacionadas ao planejamento pedagógico, elaboração de materiais, avaliações e organização da rotina profissional.

Gráfico 25: Você se sente mais preparado para utilizar ferramentas de IA na sua prática docente?

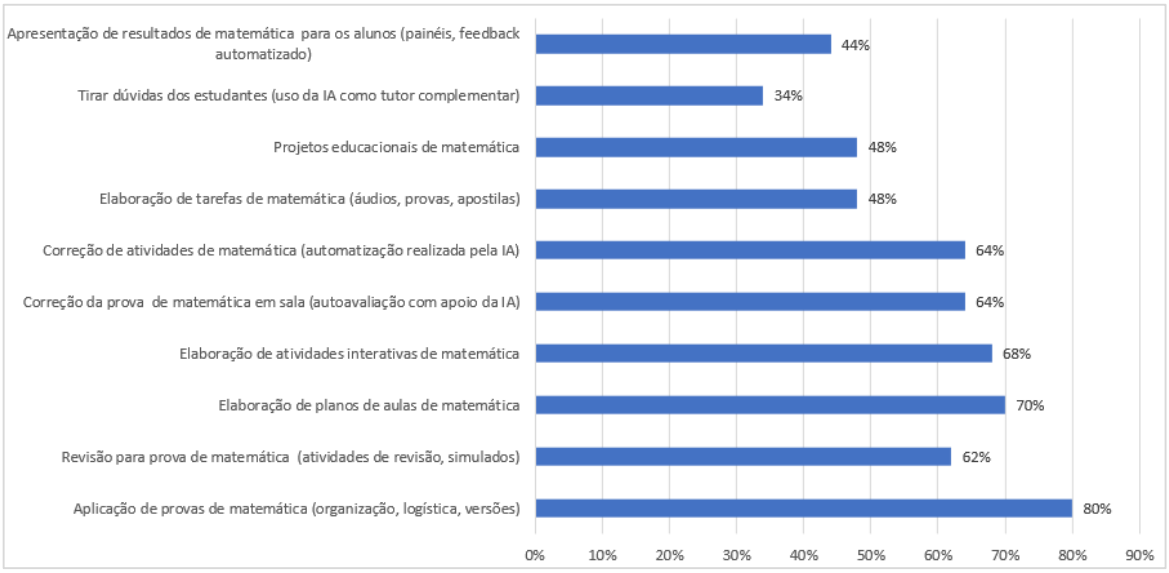


Fonte: pesquisa de campo (2025).

Os resultados apresentados no Gráfico 25 evidenciam impactos positivos da formação na percepção de preparo dos participantes para utilização de ferramentas de IA em sua prática docente. Observa-se que 58% dos cursistas afirmaram sentir-se totalmente preparados para utilizar essas tecnologias no contexto educacional, enquanto 40% relataram sentir-se mais preparados, embora ainda apresentem algumas dúvidas. Apenas 2% dos participantes indicaram necessidade de maior formação para utilização das ferramentas abordadas durante o curso.

Esses dados demonstram que a formação contribuiu significativamente para ampliar a confiança e o repertório tecnológico dos professores participantes, especialmente em atividades relacionadas ao planejamento, elaboração de materiais, avaliações e organização da rotina pedagógica. Ao mesmo tempo, os resultados evidenciam que o processo de apropriação das ferramentas de IA demanda continuidade formativa, experimentação prática e acompanhamento pedagógico, reforçando a importância de ações permanentes de formação docente voltadas ao uso crítico e responsável dessas tecnologias.

Gráfico 26: Qual foi o tópico que você considera mais útil para sua prática? (poderia escolher mais de uma opção)



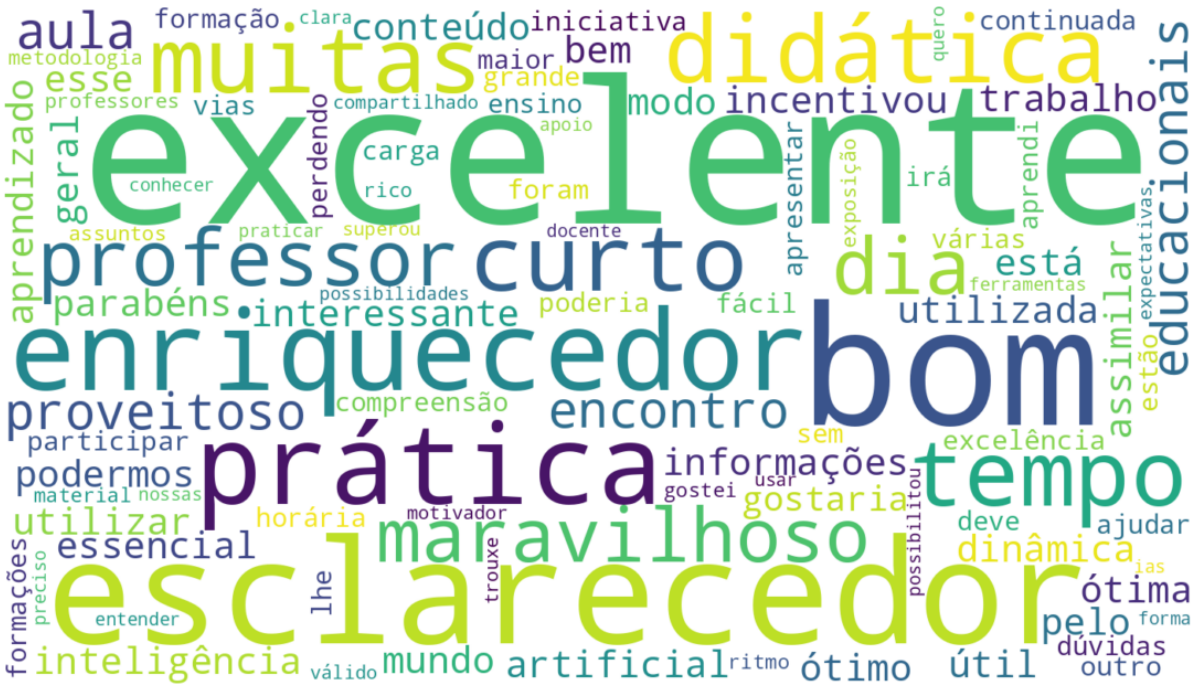
Fonte: pesquisa de campo (2025).

Conforme apresentado no Gráfico 26, os participantes identificaram elevada aplicabilidade prática das ferramentas de IA nas diferentes demandas da rotina docente em Matemática. Entre os tópicos considerados mais úteis, destacaram-se a aplicação de provas de matemática (80%), a elaboração de planos de aula (70%), a elaboração de atividades interativas (68%), bem como a correção de atividades e provas com apoio da IA (64%). Também foram mencionadas atividades relacionadas à revisão para provas, produção de materiais didáticos, projetos educacionais e apresentação de resultados de aprendizagem aos estudantes.

Os resultados evidenciam que os professores participantes percebem a IA como uma ferramenta de apoio capaz de auxiliar na organização do trabalho pedagógico, especialmente em atividades que demandam maior tempo de planejamento, produção e correção. Além disso, as respostas reforçam uma das principais discussões identificadas ao longo desta pesquisa: a busca por estratégias que contribuam para otimizar a rotina docente sem substituir a mediação pedagógica e o julgamento profissional do professor. Dessa forma, a percepção de utilidade atribuída às ferramentas apresentadas durante o curso fortalece a proposta do produto educacional desenvolvido nesta dissertação, centrado no uso crítico, ético e pedagogicamente orientado da IA no ensino de Matemática.

Com o objetivo de sintetizar visualmente as recorrências presentes nos comentários dos participantes, elaborou-se uma nuvem de palavras a partir das respostas abertas dos cursistas acerca do curso e das experiências formativas vivenciadas.

Figura 10: Nuvem de palavras elaborada a partir das percepções qualitativas dos participantes sobre o curso de formação em IA



Fonte: elaborado pelo autor (2026) com apoio do *ChatGPT*, a partir das respostas abertas da pesquisa de campo (2025).

A Figura 10 apresenta uma síntese visual das percepções qualitativas dos participantes acerca do curso formativo. Observa-se maior recorrência de termos como “excelente”, “esclarecedor”, “enriquecedor”, “prática”, “didática”, “tempo” e “professor”, indicando que os cursistas atribuíram avaliações predominantemente positivas à formação. As palavras evidenciam percepções relacionadas à clareza das explicações, à aplicabilidade prática das ferramentas apresentadas e ao potencial formativo do curso para o trabalho pedagógico em Matemática.

Além dos aspectos positivos, a recorrência do termo “tempo” sugere também uma das principais limitações apontadas pelos participantes: a necessidade de maior carga horária e aprofundamento das discussões sobre as ferramentas de IA. De modo geral, a nuvem de palavras reforça os resultados quantitativos anteriormente

apresentados, demonstrando que os professores reconheceram a relevância da formação continuada para ampliação de conhecimentos, organização da prática docente e incorporação crítica das tecnologias digitais no contexto educacional.

De modo geral, os resultados quantitativos e qualitativos obtidos na avaliação do curso evidenciam que a formação contribuiu para ampliar o repertório tecnológico e pedagógico dos participantes, favorecendo reflexões sobre o uso crítico e responsável da IA no ensino de Matemática. As percepções dos cursistas demonstraram reconhecimento da aplicabilidade prática das ferramentas apresentadas, especialmente em atividades relacionadas ao planejamento, produção de materiais, avaliações e organização da rotina docente.

Além disso, as sugestões e observações registradas pelos participantes reforçam a necessidade de continuidade formativa, aprofundamento das discussões e ampliação de espaços voltados à experimentação pedagógica com tecnologias digitais. Nesse contexto, os resultados desta etapa formativa fortaleceram a construção do produto educacional desenvolvido nesta dissertação, contribuindo para a elaboração de um manual prático voltado ao apoio de professores de Matemática no uso pedagógico, ético e intencional das ferramentas de IA em sua prática profissional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada trouxe desafios e aprendizados relevantes ao longo de sua condução. Em diferentes momentos, o percurso exigiu escolhas metodológicas e ajustes no delineamento, à medida que o objeto de estudo foi sendo delimitado. Nesse processo, optou-se por dialogar com professores que ensinam Matemática por meio de um questionário amplo, com questões fechadas e abertas, buscando identificar atividades recorrentes da rotina docente e entraves associados ao trabalho pedagógico.

Além dos achados relativos ao trabalho docente, o percurso da pesquisa possibilitou descobertas de natureza metodológica, especialmente no manejo de ferramentas digitais no processo de revisão e organização bibliográfica. Um exemplo foi a utilização do *ChatGPT* como apoio técnico para converter registros em formato .*RIS* para *BibTeX (.bib)*, etapa necessária para integrar referências em *softwares* de gestão e sistematização do corpus. Esse movimento evidenciou que ferramentas de IA podem apoiar tarefas operacionais do trabalho científico, desde que empregadas com verificação e revisão humana.

Por se tratar de um estudo de abordagem mista, foi necessário realizar recortes analíticos e priorizar dimensões diretamente vinculadas ao problema investigado, reconhecendo que outros achados permaneceram como possibilidades para pesquisas futuras. O desenvolvimento do trabalho conduziu à reformulação progressiva do objeto, orientada por reflexões como: de que modo as tecnologias digitais e, em particular, as ferramentas de IA podem apoiar o professor no cotidiano? Como favorecer o reconhecimento dessas ferramentas como instrumentos de trabalho, sem substituir o julgamento profissional docente? Embora tais questões não tenham constituído o eixo central de análise, elas contribuíram para a construção do produto educacional.

Do ponto de vista formativo, a pesquisa também contribuiu para o amadurecimento do pesquisador, ao exigir decisões metodológicas, rigor na análise e clareza na delimitação do objeto. A interação sistemática com ferramentas de IA, ao longo do processo, ampliou a reflexão sobre possibilidades de aplicação no ensino de Matemática, não apenas como recurso técnico, mas como instrumento de mediação pedagógica que precisa ser integrado com critérios de validação, intencionalidade didática e responsabilidade ética.

Ao longo do estudo, diferentes categorias atravessaram a discussão: trabalho docente, planejamento, avaliação, condições de infraestrutura, formação e uso de tecnologias, revelando a complexidade do ensino de Matemática na Educação Básica. As respostas ao questionário evidenciaram, entre outros aspectos, a sobrecarga de trabalho e a multiplicidade de tarefas que compõem o cotidiano docente, além de dificuldades associadas a lacunas de aprendizagem, heterogeneidade das turmas, limitações de acesso a equipamentos e conectividade, e desafios de formação inicial e continuada.

Um ponto relevante foi a percepção de que os docentes demonstram consciência sobre sua prática e expressam comprometimento com o processo de ensino e aprendizagem. Os dados sugerem envolvimento com a aprendizagem dos estudantes e responsabilidade profissional, ao mesmo tempo em que indicam a necessidade de estratégias que reduzam retrabalho e ampliem a qualidade do planejamento, da produção de materiais e da avaliação.

A condução da pesquisa também exigiu atenção específica aos aspectos éticos, compreendidos como exercício contínuo de reflexão crítica e responsabilidade social. Nesse sentido, princípios como respeito aos participantes, autonomia, beneficência e justiça orientaram o tratamento das informações e a finalidade formativa do produto educacional, reforçando a necessidade de uso responsável de tecnologias no campo educacional.

Os resultados permitem compreender que o ensino e a aprendizagem em Matemática permanecem como desafio em diferentes frentes, desde indicadores de avaliações externas até condições concretas de trabalho docente. Nesse cenário multifacetado, as dificuldades relatadas pelos professores envolvem tanto dimensões pedagógicas quanto estruturais e organizacionais. Observou-se, ainda, a presença de docentes em início de carreira, o que reforça a leitura do desenvolvimento profissional como processo, em diálogo com o ciclo de carreira docente descrito por Huberman (2000). Nesse sentido, compreende-se a trajetória profissional como combinação de percursos individuais e condicionantes coletivos, marcada por “linhas de força” que influenciam escolhas, relações e modos de atuação ao longo do tempo.

Com base nos achados, elaborou-se um produto educacional voltado ao uso de IA para professores que ensinam Matemática, com foco em apoiar o cotidiano docente, especialmente na rotina de ensino. A proposta do manual busca apresentar

ferramentas e possibilidades de uso de modo leve e orientado a tarefas autênticas, visando contribuir para a organização do trabalho pedagógico em contextos diversos. Ressalta-se, contudo, que o produto foi elaborado no âmbito desta pesquisa, constituindo uma base para futuras implementações, avaliações e aprimoramentos em contextos formativos.

A etapa formativa desenvolvida ao longo da pesquisa também produziu evidências importantes acerca da receptividade e das possibilidades de integração da IA no trabalho pedagógico de professores que ensinam matemática. As avaliações realizadas pelos 79 cursistas indicaram elevada aceitação da formação, reconhecimento da aplicabilidade prática das ferramentas apresentadas e percepção de ampliação do repertório tecnológico e pedagógico dos participantes. Ao mesmo tempo, as observações registradas evidenciaram a necessidade de continuidade formativa, aprofundamento das discussões e ampliação de espaços de experimentação docente com tecnologias digitais. Esses elementos reforçaram a pertinência do produto educacional elaborado, aproximando-o das demandas concretas identificadas ao longo da pesquisa.

Ressalta-se, ainda, que plataformas e ferramentas de IA passam por atualizações frequentes, o que pode ampliar funcionalidades, melhorar desempenho e incorporar novos recursos úteis ao contexto educacional. Ao mesmo tempo, tais mudanças demandam acompanhamento crítico e formação continuada, uma vez que atualizações também podem alterar modos de uso, limites, riscos e exigências de validação dos resultados. Nesse sentido, a discussão e a pesquisa contínuas tornam-se fundamentais para que os benefícios dessas tecnologias sejam apropriados de modo contextualizado e responsável.

Por se tratar de um campo emergente, a pesquisa demandou atualização constante e aproximação com debates recentes, o que despertou maior interesse do pesquisador pela temática e motivou a intenção de prosseguir com estudos e ações formativas na interface entre IA e Educação Matemática.

Por fim, os resultados reforçam a relevância de ampliar investigações sobre o uso de IA na Educação Matemática, especialmente no que se refere às práticas concretas de professores, seus critérios de validação, desafios éticos e condições reais de acesso. Nesse sentido, pesquisas futuras podem aprofundar a aplicação do produto educacional, acompanhar impactos percebidos na prática docente e

investigar estratégias de formação continuada capazes de promover integração crítica, ética e responsável das tecnologias de IA ao ensino de Matemática.

REFERÊNCIAS

ALVES, João Paulo da Conceição; ALMEIDA, Rosilene Ferreira de. **O ensino médio na Amazônia: o Sistema de Organização Modular de Ensino (SOME) no contexto ribeirinho**. Interfaces da Educação, Paranaíba, v. 14, n. 41, p. 30–49, 2023.

BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisas de *Survey***. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

BATES, A. W.; SANGRA, A. **Managing technology in higher education: strategies for transforming teaching and learning**. San Francisco: Jossey-Bass/John Wiley & Co, 2011.

BEAUCHAMP TL, CHILDRESS JF. **Os Principios da Ética Biomédica**. 7ª ed. New York: Oxford University Press; 2013. Acesso em: 16 de dezembro de 2025.

BOCKORNI, B. R. S.; GOMES, A. F. **A amostragem em snowball (bola de neve) em uma pesquisa qualitativa no campo da administração**. Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR, Umuarama, v. 22, n. 1, p. 105-117, jan./jun. 2021.

BRITTO, L. P. L.; COLARES, A. A. **Ética na pesquisa em educação - A que se destina? Práxis Educativa**, *[S. l.]*, v. 18, p. 1–19, 2023. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/21740. Acesso em: 15 de dezembro de 2025.

CARVALHO, Ana Carolina Bueno de. **A produção de vídeos de músicas matemáticas por professores e licenciandos com o uso de inteligência artificial**. 2024. 106 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2024.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Notas Técnicas #21 **Inteligência artificial na educação básica: novas aplicações e tendências para o futuro**. São Paulo: CIEB, 2024. *E-book* em PDF.

COELHO, Márcia Azevedo. **Aprendizado de máquina, redes neurais e algoritmos de IA**. Disponível em: https ://student .ulife .com .br /StudentHome #pageIndex =1 . Acesso em: 27 dez. 2024.

DA SILVA, Íris C.; PASTANA, C. de O.; PEREIRA, A. M. de J. de S.; DA COSTA, M. A. P.; PEREIRA, G. de F. dos S. **APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA NO CAMPO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÕES E DESAFIOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**. Revista Contemporânea, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 2121–2144, 2024. DOI: 10.56083/RCV4N1-117. Disponível em: http/ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3060. Acesso em: 11 jan. 2025.

DE CASTRO BARBOSA, X. **BREVE INTRODUÇÃO À HISTÓRIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. Jamaxi**, *[S. l.]*, v. 4, n. 1, 2020. Disponível em:

https://periodicos.ufac.br/index.php/jamaxi/article/view/4730. Acesso em: 05 jan. 2025.

DEMO, Pedro. **Metodologia em Pesquisas Sociais**. São Paulo. Atlas. 2011.

FELIZARDO, Katia Romero et al. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FISHER, Ronald Aylmer. **Statistical methods for research workers**. 13. ed. rev. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1958. Disponível em: https://ia601406.us.archive.org/2/items/in.ernet.dli.2015.137901/2015.137901.Statistical-Methods-For-Research-Workers-Thirteenth-Edition_text.pdf. Acesso em 14 dez. 2025.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à Prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FUCK, R. S. **A Integração das Tecnologias Informáticas no Contexto da Prática Docente: um estudo de caso com professores de matemática**. 2010. 137f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Uso de TI no Brasil: País tem mais de dois dispositivos digitais por habitante, revela pesquisa**. 03 maio 2023. Disponível em: https ://portal .fgv .br /noticias /uso -ti -brasil -pais -tem -mais -dois -dispositivos -digitais -habitante -revela -pesquisa . Acesso em: 11 jan. 2025.

GATTI, B. A. (2012). **A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios.** Revista Brasileira De Política E Administração Da Educação - Periódico científico Editado Pela ANPAE, 28(1). Acesso em: 15 de dezembro de 2025.

GIRAFFA, Lucia; KOHLS-SANTOS, Pricila. **Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente**. Educação em Análise, Londrina, v. 8, n. 1, p. 116–134, 2023. DOI: 10.5433/1984-7939.2023v8n1p116. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/48127. Acesso em: 20 jan. 2025.

HUBERMAN, Michael. **O ciclo de vida profissional dos professores**. In: NÓVOA, António. (Org). **Vidas de professores**. 2. ed. Porto: Porto, 2000.

IDOETA, Paula Adamo. **Como a Inteligência Artificial já está mudando salas de aula no Brasil e no mundo**. *BBC News Brasil*, 25 ago. 2017. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral-40969450. Acesso em: 24 fev. 2025.

KAUFMAN, Dora. **A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana** [E-book]. São Paulo: Letras e Cores, 2018.

KELLY, K. Inevitável: **As 12 Forças Tecnológicas que Mudarão o Nosso Mundo**. São Paulo: HSM, 2017.

KITCHENHAM, Barbara et al. **Revisões sistemáticas de literatura em engenharia de software – uma revisão sistemática de literatura**. Tecnologia da informação e software , v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KOP, R. **The Challenges to Connectivist Learning on Open Online Networks: Learning Experiences during a Massive Open Online Course**. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, v. 12, n. 3, 2011.

LIMA, I., PINHEIRO, C. A. M., SANTOS, F. A. O. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Campus, 2014.

MARIANO, Carla Regina. **Indícios da cultura docente revelados em um contexto online no processo da formação de professores de matemática**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), [cidade], 2008.

MARQUES, Flávia. **Como o uso de IA ajudou o Ceará a ter rede pública com a maior pontuação na redação do Enem** . G1 Ceará, 18 jan. 2025. Disponível em: https ://g1 .globo .com /ce /ceara /educacao /noticia /2025 /01 /18 /como -o -uso -de -ia -ajudou -ceara -a -ter -rede -publica -com -a -maior -pontuacao -na -redacao -do -enem .ghtml . Acesso em: 2 fev. 2025.

MEANS, B. et al. **Evaluation of evidence-based practices in online learning: a meta-analysis and review of online learning studies. Washington**, DC: US Department of Education, 2009. Disponível em: http://www.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf. Acesso em: 10 out. 2025

MIAO, Fengchun; HOLMES, Wayne; HUANG, Ronghuai; ZHANG, Hui. **Inteligência artificial e educação: orientações para formuladores de políticas**. Paris: UNESCO, 2021. 45 p. DOI: 10.54675/PCSP7350. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709. Acesso em: 19 dez. 2025.

MINAYO. M. C. S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. Nº 12 ed. São Paulo: Editora Hucitec. 2010.

NILSSON, N. **The quest for artificial intelligence:** a history of ideas and achievements. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

OLIVEIRA, Ruy Flávio de. **Inteligência artificial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 224 p.

O'NEIL, C. ***Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy***. New York: Crown, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Marco referencial de competências em IA para professores**. Paris: UNESCO, 2025.

OS DESAFIOS DO ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA. – Brasília: UNESCO; São Carlos: EdUFSCar, 2016.

PARÁ (Estado). Lei nº 7.806, de 29 de abril de 2014. **Regulamenta o funcionamento do Sistema de Organização Modular de Ensino (SOME)**. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 30 abr. 2014.

REDAÇÃO REVISTA EDUCAÇÃO. **Plataforma Teachy otimiza o tempo dos professores por meio da inteligência artificial**. Revista Educação, [S. l.], 21 jun. 2024. Disponível em: <https://revistaeducacao.com.br/2024/06/21/plataforma-teachy/>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ROCHA, Elizabeth Matos. **Tecnologias digitais e ensino de matemática: compreender para realizar**. 2008. 200 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, 2008.

ROSA, J. L. G. **Fundamentos da Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
SANTOS, Paulo Cezar Kroth dos Santos. **Ia Generativa na Educação Matemática: Explorando o *Chatgpt* em Questões do Nível I da Olimpíada de Matemática da UNEMAT**. - Simop, 2023.

SANTOS, R. P.; SANT'ANA, C. DE C.; SANT'ANA, I. P. **O ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática**. Revemop, v. 5, p. e202303, 11 jul. 2023.

SAVIANI, Demerval. **Os saberes implicados na formação do educador**. In: BICUDO, Maria Aparecida; SILVA JUNIOR, Celestino Alves (Org). Formação do educador: dever do Estado, tarefa da Universidade. São Paulo: UNESP, 1996.

SICCHIERI, Renata Moro. **Professores-multiplicadores: uma maneira de organizar a formação de professores de matemática para o uso da informática na escola**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo 2004.

SILVA, Miriam Godoy Penteado da. **O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor**. 1997. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SOUBCOVSKY, Lorena & XIMENES Andréa Consolino. Elaboração. **Tutorial Parsifal**. Desenvolvido por LAE FEAUSP. São Paulo. Para acessá-lo link: https://parsif.al/blog/ Acesso em: 16 de dezembro de 2025.

SOUTO, Daise Lago Pereira; CUNHA, José Fernandes Torres da; BORBA, Marcelo de Carvalho. **Inteligência Artificial em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2025.

TREVISANI, Fernando de Mello. **Inteligência artificial generativa no planejamento de aulas de matemática em metodologias ativas**. 2025. 189 p. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2025.

UNESCO. **AI and education: guidance for policy-makers**. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709. Acesso em: 15 jan. 2025.

VICARI, Rosa Maria. **Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino**. Estudos Avançados. 2021, v. 35, n. 101, pp. 73-84. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006. Acesso em: 12 jan. 2025.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA

O presente apêndice apresenta o instrumento de pesquisa utilizado na etapa diagnóstica desta dissertação, aplicado a professores que ensinam Matemática na Educação Básica, por meio de formulário *online* elaborado na plataforma *Google Forms*. O questionário continha questões abertas e fechadas relacionadas à formação acadêmica, atuação profissional, condições de infraestrutura tecnológica, formação continuada, práticas pedagógicas e percepções sobre o uso de tecnologias digitais no contexto do trabalho docente. O instrumento foi divulgado por meio da técnica de amostragem em bola de neve (*Snowball*), obtendo 135 respostas válidas utilizadas nas análises quantitativas e qualitativas da pesquisa.

1 Dados gerais

1. Concorda em participar da pesquisa?
2. Qual sua faixa etária?
3. Sexo.
4. Você leciona Matemática?
5. Você é licenciado em Matemática?

2 Formação acadêmica – Licenciatura

6. Em qual instituição você concluiu sua licenciatura em Matemática?
7. Qual o ano de conclusão do seu curso de licenciatura?

3 Formação acadêmica – Especialização

8. Você possui especialização?
9. Em qual instituição você realizou o curso de especialização?
10. Qual o ano de conclusão do seu curso de especialização?
11. Nome do curso de especialização.

4 Formação acadêmica – Mestrado

12. Você possui mestrado?
13. Em qual instituição você realizou o curso de mestrado?
14. Qual o ano de conclusão do seu curso de mestrado?
15. Nome do curso de mestrado.

5 Formação acadêmica – Doutorado

16. Você possui doutorado?
17. Em qual instituição você realizou o curso de doutorado?
18. Qual o ano de conclusão do seu curso de doutorado?
19. Nome do curso de doutorado.

6 Atuação profissional

20. Qual o tempo de sua atuação docente em sala de aula?
21. Em qual nível de ensino você atua?
22. Rede de ensino que atua.
23. Tipo de instituição de ensino que atua.
24. Região de atuação.
25. Em que cidade você leciona Matemática?

7 Práticas pedagógicas no ensino de Matemática

26. Você permite que os alunos utilizem calculadora nas aulas de Matemática?
27. Você permite que os alunos utilizem calculadora durante as provas de Matemática?
28. Como você costuma iniciar suas aulas de Matemática?

29. Você seleciona os conteúdos de Matemática a partir de quê?
30. Quais as formas de avaliação que você costuma utilizar?
31. Para aprofundar o conhecimento, você costuma:

8 Formação continuada

32. A rede de ensino onde você atua oferece formação continuada?
33. Quando a rede de ensino onde você trabalha, ou ainda outras instituições, ofertam curso de formação continuada, você:
34. Quais são os principais motivos pelos quais você não participa de cursos de formação continuada?

9 Ensino de Matemática

35. Você considera a Matemática uma disciplina difícil de ser ensinada?
36. Seus alunos gostam de Matemática?
37. Qual maior dificuldade dos seus alunos nas aulas de Matemática?

10 Familiaridade com tecnologias digitais

38. O acesso à internet na sua escola é:
39. A sua escola possui laboratório de informática?
40. Quais dispositivos de tecnologia da informação (TI) estão disponíveis em sua escola para uso educacional?
41. Você costuma realizar buscas de informações na internet?
42. Que assuntos você costuma buscar na internet?

11 Trabalho docente e uso de tecnologias

43. Quais das atividades a seguir consomem mais seu tempo na rotina docente?
44. Para realizar suas tarefas de rotina pedagógica, você utiliza recursos da internet?
45. Você se preocupa com o avanço das tecnologias de informática na sua profissão?

12 Uso de computadores no processo de ensino e aprendizagem

46. Sua escola possui computadores disponíveis para uso educacional?
47. O laboratório de informática da sua escola possui acesso à internet?
48. Se a sua escola possui computadores, eles estão incluídos com programas ou aplicativos voltados para o uso educacional?
49. Você utiliza o laboratório de informática com seus alunos?

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE FREQUÊNCIA E AVALIAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO

O presente apêndice apresenta o instrumento utilizado para registro de frequência e avaliação dos encontros formativos do curso “Inteligência Artificial na Rotina Docente: Soluções Práticas para Professores de Matemática”, aplicado aos participantes ao longo da etapa formativa da pesquisa. O formulário continha questões relacionadas à avaliação dos encontros, compreensão dos conteúdos, aplicabilidade pedagógica das ferramentas apresentadas, dúvidas dos participantes e percepções gerais sobre a formação.

DIA 1 – 1º ENCONTRO

1 Identificação

1. Nome completo.

2 Familiaridade com ferramentas de Inteligência Artificial

2. Você já conhecia alguma das ferramentas apresentadas hoje?
3. Qual ferramenta de Inteligência Artificial (IA) mais chamou sua atenção?

3 Avaliação geral do encontro

4. Você considera que o encontro de hoje foi:
5. O conteúdo foi apresentado de forma clara?
6. Você se sente mais preparado(a) para utilizar alguma dessas ferramentas em sua prática docente?

4 Uso do ChatGPT para elaboração de planejamentos de aula

7. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do ChatGPT para elaboração de planejamento de aula?

8. Você tem alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de planejamentos de aula?
9. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de planejamentos de aula, por favor, descreva abaixo:
10. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do ChatGPT na elaboração de planejamentos de aula?

5 Uso do ChatGPT para elaboração de apostilas

11. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do ChatGPT para elaboração de apostilas?
12. Você tem alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de apostilas?
13. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de apostilas, por favor, descreva abaixo:
14. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do ChatGPT na elaboração de apostilas?

6 Uso do ChatGPT para elaboração de provas

15. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do ChatGPT para elaboração de provas?
16. Você tem alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de provas?
17. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT na elaboração de provas, por favor, descreva abaixo:
18. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do ChatGPT na elaboração de provas?

7 Uso do ChatGPT para desenvolvimento de projetos educacionais de Matemática

19. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do ChatGPT para desenvolvimento de projetos educacionais de Matemática?
20. Você tem alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT para desenvolvimento de projetos educacionais de Matemática?
21. Se você disse sim, sobre alguma dúvida sobre o uso do ChatGPT para desenvolvimento de projetos educacionais de Matemática, por favor, descreva abaixo:
22. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do ChatGPT no desenvolvimento de projetos educacionais de Matemática?

8 Uso do Perplexity para seleção de conteúdos de Matemática

23. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Perplexity para seleção de conteúdo de Matemática?
24. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Perplexity para seleção de conteúdo de Matemática?
25. Se você disse sim, sobre alguma dúvida da utilização do Perplexity para seleção de conteúdo de Matemática, por favor, descreva abaixo:
26. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Perplexity para seleção de conteúdo de Matemática?

9 Uso do Gamma para apresentação de aulas de Matemática

27. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Gamma na apresentação de aulas de Matemática, em formato PPT (PowerPoint)?
28. Você tem alguma dúvida da utilização do Gamma na apresentação de aulas de Matemática, em formato PPT (PowerPoint), por favor, descreva abaixo:
29. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Gamma na apresentação de aulas de Matemática, em formato PPT (PowerPoint)?

10 Uso do IA Studio para elaboração de plano de aula

30. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do IA Studio para elaboração de plano de aula?
31. Você tem alguma dúvida sobre o uso do IA Studio para elaboração de plano de aula?
32. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do IA Studio para elaboração de plano de aula?

11 Percepções gerais sobre o encontro

33. Se você desejar, deixe aqui qualquer outro comentário, sugestão ou impressão sobre o encontro de hoje.

DIA 2 – 2º ENCONTRO

1 Identificação

1. Nome completo.

2 Familiaridade com ferramentas de Inteligência Artificial

2. Você já conhecia alguma das ferramentas apresentadas hoje?
3. Qual ferramenta de Inteligência Artificial (IA) mais chamou sua atenção?

3 Avaliação geral do encontro

4. Você considera que este 2º encontro de hoje foi:
5. O conteúdo foi apresentado de forma clara?
6. Após a explicação do 2º encontro, você se sente mais preparado(a) para utilizar alguma dessas ferramentas em sua prática docente?

4 Uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões abertas de Matemática

7. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões abertas, de Matemática?
8. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões abertas, de Matemática?
9. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões abertas de Matemática, por favor, descreva abaixo:
10. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões abertas de Matemática?

5 Uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões de escolha única

11. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões de escolha única, de Matemática?
12. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões de escolha única, de Matemática?
13. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões de escolha única, de Matemática, por favor, descreva abaixo:
14. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Google IA Studio para correção de avaliações com questões de escolha única, de Matemática?

6 Uso do Google IA Studio para realização de atendimento individual de alunos

15. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Google IA Studio para realização de atendimento individual de alunos?

16. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para realização de atendimento individual de alunos?
17. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para realização de atendimento individual de alunos, por favor, descreva abaixo:
18. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Google IA Studio para realização de atendimento individual de alunos?

7 Uso do Google IA Studio para produção da comunicação de resultados de Matemática

19. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Google IA Studio para realização na produção da comunicação de resultados de Matemática?
20. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Google IA Studio para realização na produção da comunicação de resultados de Matemática?
21. Se você disse sim, para alguma dúvida da utilização do Google IA Studio para realização na produção da comunicação de resultados de Matemática, por favor, descreva abaixo:
22. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Google IA Studio para realização na produção da comunicação de resultados de Matemática?

8 Uso do NotebookLM como caderno inteligente de Matemática

23. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do NotebookLM como caderno inteligente de Matemática?
24. Você tem alguma dúvida sobre o uso do NotebookLM como caderno inteligente de Matemática?
25. Se você disse sim, sobre alguma dúvida da utilização do NotebookLM como caderno inteligente de Matemática, por favor, descreva abaixo:
26. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do NotebookLM como caderno inteligente de Matemática?

9 Uso do NotebookLM na elaboração de atividades de Matemática em formato de áudio

27. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do NotebookLM na elaboração de atividades de Matemática em formato de áudio, considerando a acessibilidade e a compreensão dos conteúdos pelos estudantes?
28. Você tem alguma dúvida sobre o uso do NotebookLM na elaboração de atividades de Matemática em formato de áudio?
29. Se você disse sim, sobre alguma dúvida da utilização do NotebookLM na elaboração de atividades de Matemática em formato de áudio, por favor, descreva abaixo:
30. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do NotebookLM na elaboração de atividades de Matemática em formato de áudio?

10 Uso do Gemini para resolução de questões para provas de Matemática

31. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Gemini para resolução de questões para provas de Matemática?
32. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Gemini para resolução de questões para provas de Matemática?
33. Se você disse sim, sobre alguma dúvida da utilização do Gemini para resolução de questões para provas de Matemática, por favor, descreva abaixo:
34. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Gemini para resolução de questões para provas de Matemática?

11 Percepções gerais sobre o encontro

35. Se você desejar, deixe aqui qualquer outro comentário, sugestão ou impressão sobre o 2º encontro de hoje.

DIA 3 – 3º ENCONTRO

1 Identificação

1. Nome completo (nome que constará no certificado).

2 Familiaridade com ferramentas de Inteligência Artificial

2. Você já conhecia alguma das ferramentas apresentadas hoje?
3. Qual ferramenta mais chamou sua atenção?

3 Avaliação geral do encontro

4. Você considera que este 3º encontro de hoje foi:
5. O conteúdo foi apresentado de forma clara?
6. Após a explicação do 3º encontro, você se sente mais preparado(a) para utilizar alguma dessas ferramentas em sua prática docente?

4 Uso do Gradepen para elaboração de avaliações de Matemática

7. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Gradepen para elaboração de avaliações de Matemática?
8. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Gradepen para elaboração de avaliações de Matemática?
9. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do Gradepen para elaboração de avaliações de Matemática, por favor, descreva abaixo:
10. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Gradepen para elaboração de avaliações de Matemática?

5 Uso do Gradepen para correção automatizada de avaliações de Matemática

11. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Gradepen para correção automatizada de avaliações de Matemática?
12. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Gradepen para correção automatizada de avaliações de Matemática?
13. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso do Gradepen para correção automatizada de avaliações de Matemática, por favor, descreva abaixo:
14. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Gradepen para correção automatizada de avaliações de Matemática?

6 Uso da ferramenta Plickers para realização de avaliações estilo Quiz de Matemática

15. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso da ferramenta Plickers para realização de avaliações estilo Quiz de Matemática?
16. Você tem alguma dúvida sobre o uso da ferramenta Plickers para realização de avaliações estilo Quiz de Matemática?
17. Se você disse sim, para alguma dúvida sobre o uso da ferramenta Plickers para realização de avaliações estilo Quiz de Matemática, por favor, descreva abaixo:
18. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso da ferramenta Plickers para realização de avaliações estilo Quiz de Matemática?

7 Uso do Napkin IA para elaboração de gráficos para comunicação visual de resultados de avaliações de Matemática

19. Qual sua avaliação sobre a viabilidade do uso do Napkin IA na elaboração de gráficos para comunicação visual de resultados das avaliações de Matemática?
20. Você tem alguma dúvida sobre o uso do Napkin IA na elaboração de gráficos para comunicação visual de resultados das avaliações de Matemática?

21. Se você disse sim, sobre alguma dúvida da utilização do Napkin IA na elaboração de gráficos para comunicação visual de resultados das avaliações de Matemática, por favor, descreva abaixo:
22. Você gostaria de sugerir algo sobre o uso do Napkin IA na elaboração de gráficos para comunicação visual de resultados das avaliações de Matemática?

8 Uso de IAs como tutores complementares no ensino de Matemática

23. Após a discussão sobre o uso de IAs como tutor complementar, como você avalia a sua compreensão sobre o papel do professor nesse contexto?
24. Gostaria de compartilhar alguma reflexão ou dúvida sobre o uso de IAs como tutores complementares no ensino de Matemática?
25. Em sua opinião, quais são os principais desafios e oportunidades no uso de IAs como apoio no atendimento individualizado aos alunos?

9 Avaliação geral do curso

26. Como você avalia o curso de forma geral?
27. O conteúdo apresentado durante todo o curso (3 encontros) atendeu às suas expectativas?
28. A metodologia (exposição, demonstrações práticas, discussões) foi adequada?
29. Você se sente mais preparado para utilizar ferramentas de IA na sua prática docente?
30. Qual foi o tópico que você considera mais útil para sua prática? (poderia escolher mais de uma opção)

10 Percepções qualitativas dos participantes

31. Deixe aqui um comentário, sugestão ou crítica sobre o curso.

32. Se você desejar, deixe aqui qualquer outro comentário, sugestão ou impressão sobre o 3º encontro de hoje.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Caros professores de Matemática,

O (A) Sr. (a) está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa e sua participação deve ser de livre escolha. A pesquisa é intitulada: Rotinas Docentes, tem como objetivo: investigar as práticas pedagógicas adotadas no ensino de Matemática, com ênfase nas estratégias e recursos utilizados pelos professores para potencializar o ensino e aprendizagem dos alunos. A pesquisa é de responsabilidade do prof. Esp. Thiago Diogo Dias Cardoso, aluno do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática – PPGEM da Universidade do Estado do Pará – UEPA. Orientado pelo prof. Dr. Pedro Franco de Sá.

Sua participação consiste em contribuir com a pesquisa ao compartilhar suas experiências e percepções sobre as práticas pedagógicas em sua rotina docente no ensino de Matemática. Em qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo algum.

Caso aceite participar da pesquisa, as informações que buscaremos junto a você serão obtidas por meio de um questionário sem identificação. Todos os dados coletados neste estudo serão utilizados somente nesta pesquisa. Pode-se afirmar que este trabalho não trará nenhum prejuízo aos participantes da pesquisa. Riscos da pesquisa: mínimos. A sua identidade e suas respostas serão mantidas em sigilo.

Foram selecionadas perguntas para evitar quaisquer tipos de prejuízo ou desrespeito que podem ser causados por este estudo, objetivando a garantia de não maleficência e proporcionar a beneficência (RES. 466/12).

Benefícios: os benefícios para os professores serão de refletir sobre sua rotina. Com base no resultado, possivelmente será desenvolvida uma oficina online para capacitar os professores.

Diante de qualquer pedido de informação que possa lhe trazer constrangimento, você tem o direito de não responder e, se por ventura, você se sentir prejudicado, poderá requerer indenização, conforme a legislação vigente. Todas as informações coletadas serão usadas exclusivamente pelo pesquisador para a elaboração da dissertação para concluir o mestrado.

Você não será identificado em nenhuma fase do estudo, será assegurado o sigilo de sua participação. Seguem o telefone e o endereço de e-mail do pesquisador, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos do pesquisador: e-mail: thiago.cardoso@escola.seduc.pa.gov.br .

Belém-PA, 10 de dezembro de 2024.

THIAGO DIOGO DIAS CARDOSO
Mestrando PPGEM/UEPA
Pesquisador

PEDRO FRANCO DE SÁ
Orientador PPGEM/UEPA
Pesquisador

ANEXO B - TERMO PÓS-ESCLARECIDO



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática

TERMO PÓS-ESCLARECIDO

Eu, _____, Eu declaro que li e fui esclarecido (a) sobre os objetivos e procedimentos do presente trabalho e estou de acordo com as informações mencionadas. Portanto, estou de acordo com o exposto pelo pesquisador sobre a decisão em participar deste estudo, ficou claro para mim quais os propósitos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, os possíveis desconfortos e riscos, as garantias de anonimato e de esclarecimentos permanentes. Assim, minha participação não será remunerada, nem terá despesas e terei liberdade em optar por desistir da pesquisa sem qualquer prejuízo. Se houver danos, poderei, legalmente, solicitar indenizações.

Belém-PA, ___, de _____ de _____.

ANEXO C – MARCO REFERENCIAL DE COMPETÊNCIAS EM IA PARA PROFESSORES (Publicado em 2025 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)



UNESCO. ***Marco referencial de competências em IA para professores***. Paris: UNESCO; Brasília: Representação da UNESCO no Brasil, 2025. 59 p. ISBN 978-65-86603-49-1. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000394280. Acesso em: 6 Jan. 2026.