UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

YASMIN MARTINS GONÇALVES

PERSPECTIVAS DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DE AULA: UMA ANÁLISE A PARTIR DO MODELO TPACK

PORTO ALEGRE
2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA

YASMIN MARTINS GONÇALVES

PERSPECTIVAS DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DE AULA: UMA ANÁLISE A PARTIR DO MODELO TPACK

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na linha de pesquisa Processos de ensinar e aprender em Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sychocki da Silva

PORTO ALEGRE
2026

CIP - Catalogação na Publicação

Gonçalves, Yasmin Martins
PERSPECTIVAS DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DE AULA: UMA ANÁLISE A PARTIR DO MODELO TPACK / Yasmin Martins Gonçalves. -- 2026.
155 f.
Orientador: Rodrigo Sychocki da Silva.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática e Estatística, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Porto Alegre, BR-RS, 2026.

1. Ensino de Matemática. 2. Inteligência Artificial. 3. Tecnologias Digitais. 4. TPACK. I. Silva, Rodrigo Sychocki da, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

YASMIN MARTINS GONÇALVES

PERSPECTIVAS DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DE AULA: UMA ANÁLISE A PARTIR DO MODELO TPACK

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na linha de pesquisa Processos de ensinar e aprender em Educação Matemática.

Aprovada em: 27/03/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **Rodrigo Sychocki da Silva** (Orientador)

Profa. Dra. **Adriana Breda** (UB/Universidade de Barcelona (Espanha))

Profa. Dra. **Leandra Anversa Fioreze** (FACED/PPGEMAT/UFRGS)

Prof. Dr. **Rafael Winicius da Silva Bueno** (IFSUL/Campus Venâncio Aires)

Dedico esta Dissertação à minha família.
Em especial aos meus pais, por todo
apoio. Sem eles nada teria acontecido.
Até aqui o Senhor me ajudou.

AGRADECIMENTO

Quero, antes de tudo, agradecer a Deus, por ter sido meu sustento nos dias difíceis, minha coragem diante dos medos e minha força nos momentos em que pensei não conseguir. Foi Ele quem me concedeu determinação para viver cada etapa e concluir esta dissertação.

À minha família, meu alicerce. À minha mãe, Silvinha Martins Gonçalves, por sua paciência infinita, por cada palavra de incentivo e por permanecer ao meu lado nos momentos mais desafiadores. Ao meu pai, Paulo Sérgio Gonçalves, por todo apoio, financeiro, emocional e silencioso, por sempre me oferecer seu ombro firme quando eu precisei. À minha irmã, Fernanda Martins Gonçalves, por me acompanhar, me "aturar" por mais de dezessete anos e, sobretudo, por ser presença na minha vida.

Ao André, meu apoio e meu refúgio nos dias difíceis, por caminhar ao meu lado em toda a minha trajetória acadêmica, com amor e incentivo que tornaram esse percurso possível.

Aos meus amigos de mestrado, Cristiane Schneider, Luís Gabriel Matté e Luiz Augusto Richit, por tornarem essa jornada mais leve, mais humana e mais bonita. Entre leituras, prazos e angústias acadêmicas, construímos amizades que levarei para a vida. Todo meu carinho por vocês.

Ao meu orientador, Rodrigo Sychocki da Silva, por sua disponibilidade constante e pela confiança em meu trabalho. Agradeço profundamente pela orientação cuidadosa, pelas contribuições rigorosas e pela parceria na construção desta dissertação.

A todos os professores que integram o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, meus sinceros agradecimentos pela formação acadêmica e humana proporcionada ao longo desses dois anos.

Por fim, registro meu agradecimento a todas as pessoas que fizeram parte da minha vivência ao longo desses dois anos. Tenho um carinho especial por cada uma delas, pois reconheço que quem sou hoje foi construído a partir dos encontros, das convivências e das experiências compartilhadas com pessoas que contribuíram, de diferentes formas, para essa caminhada.

RESUMO

A crescente presença da Inteligência Artificial no contexto educacional tem despertado reflexões sobre seu papel no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no que diz respeito à formação docente e ao planejamento pedagógico. Esta pesquisa tem como objetivo investigar como professores de Matemática do Ensino Básico, de diferentes regiões do Brasil, têm utilizado a IA no planejamento de suas aulas, à luz do modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo). Considerando o TPACK como um referencial teórico que permite compreender a integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, a pesquisa busca identificar de que forma esses conhecimentos são mobilizados nos planejamentos dos docentes construídos fazendo uso da IA. A pesquisa se insere em uma abordagem qualitativa e configura-se como um estudo exploratório. A coleta de dados, em uma etapa inicial, ocorreu por meio da aplicação de um questionário online, elaborado no Google Forms e divulgado por meio do grupo ProfsMat, uma rede nacional de professores de Matemática. O link foi compartilhado via e-mail, e contou com a participação de 29 professores atuantes em diferentes regiões brasileiras e redes de ensino. O questionário teve como objetivo conhecer o perfil dos participantes, mapear suas experiências com o uso de tecnologias digitais, em especial a IA, e suas percepções sobre a aplicabilidade dessas ferramentas no planejamento educacional. A segunda etapa consistiu em entrevistas semiestruturadas realizadas com aqueles que se dispuseram a participar a partir do preenchimento do questionário. Nesta etapa participaram de forma voluntária três docentes de diferentes regiões do Brasil. A análise dos dados, em cada etapa, foi conduzida por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), a qual possibilitou a construção de categorias a partir das interpretações dos dados fornecido pelos participantes. Os resultados indicam que a IA tem sido utilizada principalmente como ferramenta de apoio ao planejamento pedagógico, à elaboração de atividades, à construção de materiais avaliativos e à adaptação de propostas didáticas, contribuindo para a otimização do tempo e para a flexibilização do planejamento. Observou-se que a integração da IA não ocorre de forma automática, mas depende da intencionalidade pedagógica do professor, de sua formação e das condições institucionais disponíveis. À luz do modelo TPACK, verificou-se que o uso da IA evidencia articulações entre os conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo, reforçando o papel do professor como mediador do processo de ensino. A IA não é percebida como substituta da atuação docente, mas como um recurso complementar, cuja sua utilização está diretamente relacionada às decisões pedagógicas e ao contexto educacional em que é utilizada.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Inteligência Artificial. Tecnologias Digitais. TPACK.

ABSTRACT

The increasing presence of Artificial Intelligence in the educational context has sparked reflections on its role in the teaching and learning process, especially regarding teacher training and pedagogical planning. This research aims to investigate how mathematics teachers in Basic Education, from different regions of Brazil, have used AI in their lesson planning, in light of the TPACK model (Technological, Pedagogical, and Content Knowledge). Considering TPACK as a theoretical framework that allows understanding the integration between technology, pedagogy, and content, the research seeks to identify how this knowledge is mobilized in teachers' lesson plans constructed using AI. The research is part of a qualitative approach and is configured as an exploratory study. Data collection, in an initial stage, occurred through the application of an online questionnaire, created in Google Forms and disseminated through the ProfsMat group, a national network of mathematics teachers. The link was shared via email, and 29 teachers working in different Brazilian regions and school networks participated. The questionnaire aimed to understand the participants' profiles, map their experiences with the use of digital technologies, especially AI, and their perceptions of the applicability of these tools in educational planning. The second stage consisted of semi-structured interviews conducted with those who volunteered after completing the questionnaire. Three teachers from different regions of Brazil participated voluntarily in this stage. Data analysis in each stage was conducted using Discursive Textual Analysis (DTA), which allowed for the construction of categories based on the interpretations of the data provided by the participants. The results indicate that AI has been used primarily as a tool to support pedagogical planning, the development of activities, the creation of assessment materials, and the adaptation of teaching proposals, contributing to time optimization and planning flexibility. It was observed that the integration of AI does not occur automatically, but depends on the teacher's pedagogical intention, their training, and the available institutional conditions. In light of the TPACK model, it was found that the use of AI highlights connections between technological, pedagogical, and content knowledge, reinforcing the teacher's role as a mediator in the teaching process. AI is not perceived as a substitute for teaching, but as a complementary resource, whose use is directly related to pedagogical decisions and the educational context in which it is used.

Keywords: Mathematics Teaching. Artificial Intelligence. Digital Technologies. TPACK.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Bancos de dados utilizados na Revisão da Literatura do modelo TPACK. 42
Tabela 2 - Número de resultados segundo o Tipo de Trabalho. 42
Tabela 3 - Bancos de dados utilizados na Revisão da Literatura da IA. 48
Tabela 4 - Número de resultados segundo o Tipo de Trabalho. 48
Tabela 5 - Falas de professores que participaram de algum curso ou formação voltada para o uso de TDIC. 72
Tabela 6 - Fala de professor sobre não ter estrutura no ambiente escolar. 73
Tabela 7 - Utilização de ferramentas de IA em suas aulas de Matemática 75
Tabela 8 - A IA no processos de ensino da Matemática 78
Tabela 9 - Impacto do uso de IA na eficácia do planejamento de aulas 83
Tabela 10 - Gerar materiais genéricos. 85
Tabela 11 - Diferença em relação ao tempo utilizado em comparação com métodos tradicionais 86
Tabela 12 - Como o professor entende a apresentação dos conteúdos matemáticos aos estudantes 87
Tabela 13 - Os benefícios/malefícios ao utilizar IA no planejamento de aulas 89
Tabela 14 - Menções ou orientações da IA sobre os aspectos tecnológicos relacionados com os conteúdos de Matemática 90
Tabela 15 - O material sugerido para o trabalho com os estudantes na sala de aula relaciona ou integra os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo 91
Tabela 16 - Utilização das tecnologias digitais em suas aulas de matemática pelos Professores entrevistados. 95
Tabela 17 - Exemplos de ferramentas ou softwares que já foram usados pelos Professores entrevistados. 97
Tabela 18 - O que os Professores entrevistados perceberam, após o uso das tecnologias, no aprendizado dos estudantes. 99
Tabela 19 - Como os Professores entrevistados começaram a usar a IA no ensino de matemática. 101
Tabela 20 - A primeira aplicação que os Professores entrevistados realizaram utilizando IA em suas aulas. 103
Tabela 21 - Experiência inicial dos Professores entrevistados diante da primeira aplicação realizada utilizando IA em suas aulas. 105

Tabela 22 - Ferramentas ou plataformas de IA utilizadas nas práticas pedagógicas pelos Professores entrevistados. 107
Tabela 23 - Mudança no desempenho e engajamento dos alunos desde a introdução da IA nas aulas de matemática pelos professores entrevistados. 109
Tabela 24 - Como os professores entrevistados percebem o ensino de Matemática a partir do uso de IA, pelo ponto de vista dos estudantes. 111
Tabela 25 - Os maiores desafios enfrentados pelos professores entrevistados ao integrar IA no ensino. 112
Tabela 26 - Formação que foi necessária para que os professores entrevistados pudessem utilizar IA na elaboração das suas aulas. 114
Tabela 27 - Formação que foi necessária para que os professores entrevistados pudessem utilizar IA na elaboração das suas aulas. 116
Tabela 28 - Como os professores entrevistados compartilham e conhecem outras práticas e estas têm alguma influência na sua ação docente. 118
Tabela 29 - De que forma o uso da IA tem influenciado na elaboração de planos de aula dos professores entrevistados. 120
Tabela 30 - Como os professores entrevistados integram a IA ao desenvolver seus planos de aula para a disciplina de Matemática. 123
Tabela 31 - Como os professores entrevistados observam as mudanças no processo de planejamento. 125
Tabela 32 - Como os professores entrevistados colaboraram com outros professores no desenvolvimento de planos de aula que utilizam IA. 127
Tabela 33 - Expectativas para o uso da IA na educação nos próximos anos dos professores entrevistados. 128
Tabela 34 - Possibilidades os professores entrevistados percebem surgindo para o ensino de Matemática com o uso da IA. 131

Lista de Quadros

Quadro 1 – Estudos selecionados para compor a RSL sobre TPACK..... 43
Quadro 2 – Trabalhos selecionados para a RSL do IA na Educação..... 49

Lista de Figuras

Figura 1 - Contexto TPACK 21
Figura 2 - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo 25
Figura 3 - Conhecimento Pedagógico da Tecnologia. 26
Figura 4 - Conhecimento Tecnológico do Conteúdo. 27
Figura 5 - Conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo 29
Figura 6 - Representação espiral. 36
Figura 7 - Mapa do Brasil com origem dos participantes do questionário. 68
Figura 8 - Idade dos participantes 68
Figura 9 - Gênero dos participantes 69
Figura 10 - Escolaridade dos docentes 69
Figura 11 - Tempo de magistério 70
Figura 12 - Participação de algum curso ou formação voltada para o uso de TDIC. .. 71
Figura 13 - Nível de familiaridade que você tem com o uso de IA em práticas educacionais 77
Figura 14 - Percepção dos professores sobre o uso da Inteligência Artificial nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática. 77
Figura 15 - Frequência que o professor utiliza IA no planejamento de suas aulas 81
Figura 16 - Aspectos do planejamento de aulas que é possível utilidade da IA. 82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 REFERENCIAL TEÓRICO 19
2.1 Modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) 19
2.1.1 Conhecimento do conteúdo (*Content Knowledge - CK*) 22
2.1.2 Conhecimento Tecnológico (*Technological Knowledge - TK*) 22
2.1.3 Conhecimento Pedagógico (Pedagogical Knowledge - PK) 23
2.1.4 Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge - PCK*) 24
2.1.5 Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (*Technological Pedagogical Knowledge - TPK*) 25
2.1.6 Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (*Technological Content Knowledge - TCK*) 26
2.1.7 Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*) 27
2.2 Histórico e Evolução da IA na Educação 31
2.3 Inteligência Artificial na Educação Matemática 37
2.4 Tecnologias digitais na formação de professores 38
2.5 Revisão da Literatura – Modelo TPACK no ensino e no aprendizado da Matemática 41
2.5.1 Reflexões sobre a Revisão da Literatura – Modelo TPACK no ensino e no aprendizado da Matemática 46
2.6 Revisão da Literatura – Uso da Inteligência Artificial por professores 48
2.6.1 Reflexões sobre a Revisão da Literatura – Uso da Inteligência Artificial por professores 53
2.7 Ética no uso da IA na Educação Matemática 54
3 METODOLOGIA 57
3.1 Caracterização da pesquisa 57
3.2 Tipo de estudo 58
3.3 Processos e instrumentos de produção de dados 59
3.3.1 Questionário 59
3.3.2 Entrevistas 60
3.4 Contexto da pesquisa 61

3.5 Participantes da pesquisa..... 61
3.6 Método de análise dos dados..... 63
4 ANÁLISE DOS DADOS..... 67
4.1 Resultados do questionário 67
4.1.1 Caracterização dos Docentes..... 68
4.1.2 Categoria 1: Formação e experiências com uso de IA 71
4.1.3 Categoria 2: Uso da IA no planejamento e produção de materiais didáticos 81
4.1.4 Síntese do questionário 93
4.2 Resultado das entrevistas 94
4.2.1 Primeiro Bloco – Uso de Tecnologias em Sala de Aula 95
4.2.2 Segundo Bloco – Uso de IA pelo Professor..... 101
4.2.3 Terceiro Bloco – Elaboração de Planos de Aula com IA..... 120
4.2.4 Quarto Bloco – Expectativas e Perspectivas Futuras 128
4.2.5 Síntese das entrevistas..... 133
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 135
REFERÊNCIAS..... 139
APÊNDICES..... 147
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO 147
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO. 151
APÊNDICE C - ROTEIRO DA ENTREVISTA 153
APÊNDICE D - PRODUÇÃO ACADÊMICA 155

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelo uso de TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) na educação esteve presente ao longo da minha formação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), especialmente no acompanhamento de como essas ferramentas podem contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem. No primeiro semestre de 2023, no contexto da disciplina de Estágio Supervisionado III, foi proposta a elaboração de planos de aula. Considerando o recente lançamento do ChatGPT, utilizei a ferramenta para a construção de alguns desses planos, que foram posteriormente analisados em conjunto com a professora da disciplina.

O uso da IA nas práticas docentes exige mais do que o simples domínio técnico, demanda um entendimento das interações entre os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo. Essa complexidade requer um olhar atento para os efeitos positivos e negativos dessa tecnologia na educação.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância da inserção das tecnologias digitais no processo educativo, enfatizando que seu uso deve estar vinculado ao desenvolvimento de competências que favoreçam a atuação crítica e reflexiva dos estudantes. Conforme o documento é necessário:

> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2018, p. 9)

Tal perspectiva evidencia que o papel das tecnologias na escola vai além do apoio às atividades de ensino, sendo fundamental para a formação dos estudantes. Nesse sentido, torna-se relevante refletir sobre como novas ferramentas, como a IA, podem se articular a essas orientações, especialmente no ensino de Matemática, de modo a favorecer aprendizagens e o desenvolvimento de competências previstas pela BNCC.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2025), adverte que o uso da IA na educação pode trazer riscos, como a redução dos processos de ensino e de aprendizagem a tarefas automatizadas, o que pode enfraquecer o papel dos professores e comprometer suas relações com os estudantes. Além disso, a entidade alerta para a possibilidade de a educação ser limitada àquilo que

a IA é capaz de processar e entregar, agravando a escassez de docentes qualificados em razão de investimentos desproporcionais em tecnologia, em detrimento da valorização e formação humana.

Apesar dessas preocupações, a mesma organização defende que a construção de futuros digitais mais equitativos e inclusivos deve estar alicerçada em uma base humana e social sólida. Nessa perspectiva, os professores ocupam uma posição central: são os principais usuários da IA no contexto educacional e atuam como mediadores essenciais para promover um equilíbrio adequado entre a tecnologia e a humanidade, especialmente no que diz respeito às relações entre conhecimento e aprendizagem (UNESCO, 2025).

Adoção da IA traz não apenas avanços na personalização do ensino, mas também suscita questões éticas importantes. Medeiros et al. (2024) destacam que a privacidade dos dados dos alunos é uma preocupação constante, evidenciando a necessidade de transparência na coleta e no uso dessas informações. Esse contexto é fundamental para compreender as bases teóricas que sustentam o uso da tecnologia na educação.

Diante desses desafios e possibilidades, o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) surge como um referencial teórico. Segundo Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018, *apud* Bueno e Henriques, 2024), o TPACK tem influenciado de modo considerável investigações sobre a integração das TDIC ao ensino e à aprendizagem de Matemática, compondo frequentemente a base teórica para estruturar a prática na formação de professores.

Nesse contexto, Nogueira *et al.* (2024) demonstram que o curso de formação de professores, fundamentado no TPACK, possibilita a construção de projetos educacionais que integram tecnologia e pedagogia, promovendo um aprendizado tanto para quem ensina quanto, para quem aprende.

Assim, ao ingressar no mestrado, diante do meu interesse por tecnologias na educação e do crescimento da IA, optei por dar continuidade a essa linha de investigação, agora com a lente do modelo TPACK, o que levou à definição do objetivo principal desta pesquisa partindo das seguintes inquietações: (1) que obstáculos os docentes enfrentam ao tentar incorporar a IA em seus planejamentos (tempo, formação, confiabilidade da tecnologia, adaptação ao contexto escolar) e (2) como as dimensões tecnológica, pedagógica e de conteúdo se entrelaçam quando os professores utilizam IA no planejamento de aulas de Matemática. Sendo assim, a questão dessa pesquisa é:

Como professores de Matemática do Ensino Básico, de diferentes regiões do Brasil, têm utilizado a IA no planejamento de suas aulas, à luz do modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo)?

Com base na questão central deste projeto de pesquisa, estabelece-se o seguinte objetivo geral: **Investigar como professores de Matemática do Ensino Básico, de diferentes regiões do Brasil, têm utilizado a IA no planejamento de suas aulas, à luz do modelo TPACK.**

Quanto aos objetivos específicos, tem-se: (1) Analisar em que medida os planejamentos feitos com apoio da IA tem relação com as dimensões do TPACK; (2) Mapear os desafios relatados pelos professores de Matemática que fazem uso da IA em seus planejamentos de aula à luz do modelo TPACK.

Justificamos a escolha do tema da pesquisa pela crescente inserção das TDICs na educação e pelo avanço da IA como ferramenta de apoio ao planejamento de aulas. No ensino de Matemática, a IA apresenta-se como recurso promissor, mas que também suscita questionamentos sobre seus limites, desafios e questões éticas de seu uso, sobretudo no que diz respeito à autonomia do professor e à integração equilibrada entre tecnologia, pedagogia e conteúdo. Nesse cenário, investigar como docentes têm utilizado a IA no planejamento de aulas e quais dificuldades encontram torna-se pertinente.

A pesquisa foi realizada com docentes de diversas regiões do Brasil, o que possibilitou uma análise mais abrangente e representativa das experiências e contextos educacionais relacionados ao uso da IA. Para alcançar esse propósito, o estudo foi estruturado em duas etapas. Na primeira, aplicou-se um questionário no Google Forms© com o objetivo de identificar se e como os professores utilizam a IA em seus planejamentos de aula, cujos resultados serviram como levantamento preliminar da pesquisa. Na segunda etapa, buscou-se aprofundar a investigação por meio de entrevistas realizadas no Google Meet© e no Microsoft Teams©, as quais foram gravadas, transcritas e analisadas, a fim de compreender de maneira mais detalhada os desafios enfrentados por esses educadores ao incorporar essa tecnologia em seus planos de aula.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos, sendo este o primeiro capítulo que introduz, contextualiza, apresenta a questão de pesquisa e os objetivos geral e específicos. No segundo capítulo, apresentam-se os aportes teóricos que sustentam a

pesquisa: Modelo TPACK, Histórico e Evolução da IA na Educação, Inteligência Artificial na Educação Matemática e a Tecnologias Digitais na formação de professores. Neste capítulo também são mostradas as revisões de literatura sobre Modelo TPACK no ensino e aprendizado da Matemática e Uso da Inteligência Artificial por professores.

No terceiro capítulo são descritos os aspectos metodológicos que caracterizam a pesquisa, bem como o tipo do estudo, os processos e instrumentos de produção de dados, como o questionário e as entrevistas, o contexto da pesquisa, seus participantes e o método de análise dos dados. No quarto capítulo está a análise dos dados, com os resultados dos questionários e suas categorias definidas, como também, os resultados das entrevistas. No quinto e último capítulo, são apresentadas as considerações finais; em seguida, as referências e os apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como esta pesquisa pretende investigar as perspectivas de professores sobre o uso da IA na elaboração de planos de aulas à luz do modelo TPACK, esta seção apresenta os aportes teóricos que sustentam a proposta.

O conceito do modelo TPACK, bem como suas principais características, parte da ideia de que o conhecimento do professor não se restringe a um único domínio, mas se constitui a partir da integração entre os conhecimentos de conteúdo, pedagógico e tecnológico. A articulação desses três saberes possibilita compreender como os professores podem mobilizar tais dimensões em seus planejamentos, de forma a promover aprendizagens em Matemática. Esses aspectos serão discutidos nas subseções destinadas à apresentação do modelo e de seus desdobramentos no campo educacional.

A IA também será considerada, destacando seu papel como uma das tecnologias digitais que têm impactado práticas pedagógicas e desafiado professores a repensarem seus modos de ensinar. Serão discutidas suas possibilidades de uso em sala de aula, bem como suas limitações e cuidados éticos, de modo a compreender de que forma ela pode contribuir para o desenvolvimento de competências matemáticas nos estudantes.

Por fim, será abordada a relação entre o uso da IA e o ensino de Matemática mediado pelo modelo TPACK, considerando a BNCC como documento orientador e as demandas educacionais contemporâneas que reforçam a importância da integração crítica e criativa das tecnologias digitais nos processos de ensino e de aprendizagem.

2.1 Modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*)

O modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), uma estrutura teórica desenvolvida para descrever os tipos de conhecimentos para que os professores possam integrar a tecnologia na prática educacional, introduzido por Punya Mishra e Matthew Koehler em 2006, expandiu-se do conceito inicial de PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) de Lee Shulman em 1986.

Para Shulman (1986) a compreensão do conhecimento pedagógico do conteúdo amplia ao evidenciar a importância de considerar as concepções prévias dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem:

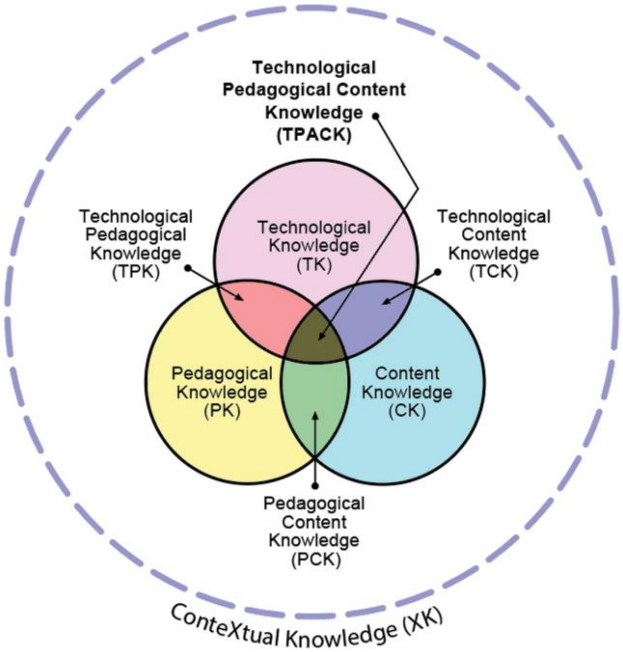
> O conhecimento pedagógico do conteúdo também inclui a compreensão do que torna o aprendizado de tópicos específicos fácil ou difícil: as concepções e pré-concepções que alunos de diferentes idades e origens trazem consigo para o aprendizado desses tópicos e lições mais frequentemente ensinados. Se essas pré-concepções forem equívocos, como frequentemente são, os professores precisam de conhecimento das estratégias mais propensas a serem frutíferas na reorganização da compreensão dos alunos, porque esses alunos dificilmente se apresentarão diante deles como folhas em branco. (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa[1]).

Essa compreensão sobre as concepções prévias dos alunos evidencia a importância de que o planejamento docente articule os três saberes, ideia que fundamenta o modelo TPACK.

Assim, o modelo TPACK (figura 1) surgiu da necessidade de entender melhor as interações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo no contexto educacional, principalmente ao integrar as TDIC. Mishra e Koehler (2006) observaram que a introdução de tecnologia nas salas de aula não era suficiente para melhorar o ensino e a aprendizagem. Assim, propuseram que, além do conhecimento de conteúdo (CK) e do conhecimento pedagógico (PK), os professores também precisavam desenvolver um conhecimento tecnológico (TK). A intersecção desses três conhecimentos forma o modelo TPACK (Mishra; Koehler, 2006). O diagrama de Venn, abaixo, ilustra o modelo.

[1] Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons. If those preconceptions are misconceptions, which they so often are, teachers need knowledge of the strategies most likely to be fruitful in reorganizing the understanding of learners, because those learners are unlikely to appear before them as blank slates.

Figura 1 - Contexto TPACK



Acesso em: http://tpack.org/

O TPACK é composto por sete domínios de conhecimento que se sobrepõem: *Content Knowledge (CK)*, que é o conhecimento profundo sobre o conteúdo que está sendo ensinado; *Pedagogical Knowledge (PK)*, que é o conhecimento sobre métodos e processos de ensino e de aprendizagem; *Technological Knowledge (TK)*, que é o conhecimento sobre como usar várias tecnologias; *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, que é a combinação de CK e PK e refere-se ao entendimento de como certos aspectos do conteúdo podem ser ensinados; *Technological Content Knowledge (TCK)*, que é a combinação de TK e CK e envolve o entendimento de como a tecnologia pode criar novas formas de representar e ensinar o conteúdo; *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, que é a combinação de TK e PK e implica saber como várias ferramentas tecnológicas podem alterar e melhorar o ensino e a aprendizagem; e *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*, toda essa intersecção representa a compreensão abrangente de como usar a tecnologia para melhorar o ensino e o aprendizado do conteúdo específico (Koehler; Mishra, 2009).

Além desses domínios, Warr e Mishra (2022) destacam o Conhecimento Contextual, entendido como a compreensão que o professor possui sobre o ambiente mais amplo em que ocorre o processo de ensino, incluindo aspectos como normas, políticas educacionais e a cultura institucional da escola. Esse conhecimento amplia a

compreensão do modelo, ao evidenciar que a integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia não ocorre de forma isolada, mas está diretamente relacionada às condições e características do contexto em que o docente atua.

2.1.1 Conhecimento do conteúdo (*Content Knowledge - CK*)

O Conhecimento do Conteúdo refere-se ao conhecimento que o professor possui sobre o assunto que está sendo ensinado. É a compreensão dos conceitos, teorias, ideias, estruturas e evidências práticas dentro de uma disciplina específica. Koehler e Mishra (2009, p. 63) ressaltam que "[...] os professores devem compreender os fundamentos do conhecimento mais profundo das disciplinas que ensinam" (Tradução nossa[2]). Conhecimento esse, essencial para garantir que o professor possa explicar o conteúdo de forma clara e precisa, responder a perguntas dos alunos e criar atividades que aprofundem a compreensão sobre o tópico.

Portanto, o Conhecimento do Conteúdo sustenta a capacidade do professor de dialogar sobre os saberes de maneira clara e precisa. Como destacado por Koehler e Mishra (2009), esse conhecimento vai além da superfície, exigindo uma compreensão dos conceitos e estruturas da disciplina. Essa base do conhecimento de conteúdo não apenas permite ao professor responder às dúvidas dos alunos com segurança, mas também possibilita a criação de atividades que oportunizem o pensamento crítico e a construção de conhecimento.

2.1.2 Conhecimento Tecnológico (*Technological Knowledge - TK*)

Refere-se ao conhecimento sobre diversas tecnologias, a capacidade de usá-las de maneira produtiva no ensino. Isso inclui o uso de computadores, *software* educacional, *internet*, ferramentas multimídia, etc.

Koehler e Mishra (2006, p. 1028) citam que:

> "[...] muitos dos exemplos dados acima (sistemas operacionais, processadores de texto, navegadores, etc.) certamente mudarão, e talvez até desapareçam, nos próximos anos. A capacidade de aprender e adaptar-se às

[2] [...] teachers should understand the deeper knowledge fundamentals of the disciplines in which they teach.

> novas tecnologias (independentemente de quais sejam as tecnologias específicas) continuará a ser importante." (Tradução nossa[3]).

Este conhecimento possibilita que os professores possam utilizar a tecnologia para enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem, tornando-o mais interativo e engajado.

Assim, o Conhecimento Tecnológico quando introduzido na prática docente principalmente na era digital, possibilita ao professor integrar ferramentas tecnológicas de forma produtiva no processo de ensino e de aprendizagem. Como destacam Koehler e Mishra (2006), a tecnologia está em constante evolução, e a capacidade de adaptar-se a novas ferramentas e recursos é tão importante quanto o domínio das tecnologias atuais. Assim, esse conhecimento permite que os professores não apenas utilizem dispositivos e softwares, mas também explorem seu potencial para criar experiências de aprendizagem interativas e alinhadas às necessidades dos alunos ou a sua proposta de aula.

2.1.3 Conhecimento Pedagógico (Pedagogical Knowledge - PK)

O Conhecimento Pedagógico envolve o conhecimento sobre processos e práticas de ensino. Inclui estratégias de ensino, métodos de avaliação, gestão de sala de aula e conhecimento sobre o desenvolvimento dos alunos. De acordo com Koehler e Mishra (2009, p. 64), é "[...] o conhecimento pedagógico requer uma compreensão das teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos alunos na sala de aula" (Tradução nossa[4]), permitindo que o professor tenha melhores abordagens pedagógicas para diferentes contextos de ensino, além de alcançar seus objetivos de aprendizagem ao adaptar o ensino às necessidades dos alunos.

Ao abranger as estratégias, métodos e teorias que sustentam o processo de ensino, o Conhecimento Pedagógico, conforme destacado por Koehler e Mishra (2009), envolve uma compreensão profunda das teorias cognitivas, sociais e de desenvolvimento, permitindo que o professor adapte suas abordagens às necessidades e

[3] [...] many of the examples given above (operating systems, word processors, browsers, etc.) will surely change, and maybe even disappear, in the years to come. The ability to learn and adapt to new technologies (irrespective of what the specific technologies are) will still be important.

[4] [...] pedagogical knowledge requires an understanding of cognitive, social, and developmental theories of learning and how they apply to students in the classroom.

contextos dos alunos. Com base nesse entendimento, o docente pode selecionar e aplicar métodos de ensino para gerenciar a sala de aula de forma produtiva. Dessa forma, o Conhecimento Pedagógico não apenas orienta o planejamento e a execução das aulas, mas também possibilita que o professor alcance seus objetivos educacionais em sala de aula.

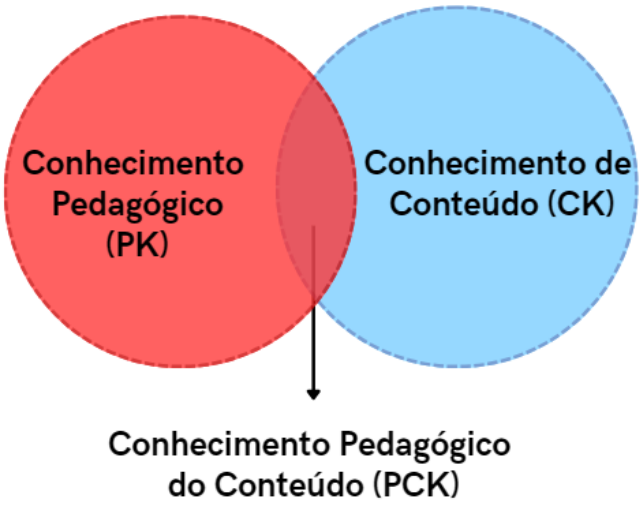
2.1.4 Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge - PCK*)

É a interseção entre o conhecimento pedagógico e o conhecimento de conteúdo (Figura 2). Refere-se a didática sobre como ensinar um conteúdo específico, incluindo a compreensão de como os alunos aprendem esse conteúdo e quais estratégias pedagógicas são mais apropriadas. Koehler e Mishra (2006, p. 1027) falam que o PCK "[...] Envolve também o conhecimento de estratégias de ensino que incorporam representações conceituais apropriadas para abordar as dificuldades e equívocos do aluno e promover a compreensão significativa." (Tradução nossa[5]). Portanto, inclui a habilidade de transformar o conteúdo em formas que sejam pedagogicamente poderosas e adaptadas às diversas habilidades e conhecimentos pré-existentes dos alunos.

De acordo com Shulman (1986), o conhecimento pedagógico do conteúdo envolve a capacidade de o professor mobilizar diferentes formas de representação, como analogias, exemplos, ilustrações e explicações, que tornem o conteúdo compreensível aos alunos. Para isso, é necessário dispor de um repertório diversificado de estratégias, construído tanto a partir de pesquisas quanto da experiência prática docente.

[5] It also involves knowledge of teaching strategies that incorporate appropriate conceptual representations in order to address learner difficulties and mis conceptions and foster meaningful understanding.

Figura 2 - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo



Fonte: a autora (2024).

Possibilitando ao professor não apenas dialogar sobre as informações, mas também adaptar o ensino às necessidades individuais dos estudantes, superando dificuldades e promovendo uma compreensão da disciplina. Dessa forma, o PCK se configura como um pilar para a construção de um ensino e capacita os educadores a transformar o conhecimento em experiências de aprendizagem adaptadas à diversidade de contextos e habilidades dos alunos.

2.1.5 Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (*Technological Pedagogical Knowledge - TPK*)

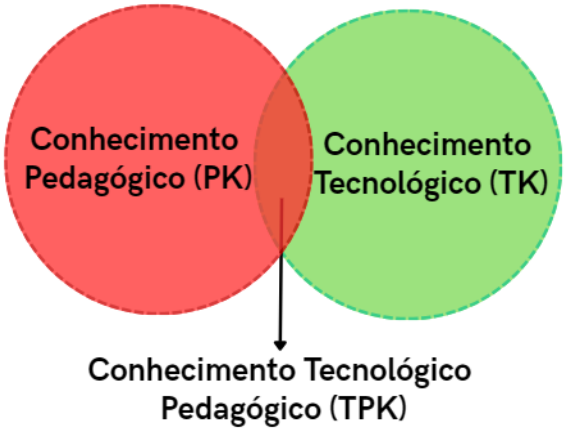
Trata-se da interseção entre o conhecimento tecnológico e o conhecimento pedagógico (figura 3). Refere-se ao entendimento de como usar a tecnologia para apoiar métodos pedagógicos e práticas instrucionais, independentemente do conteúdo específico. Além da habilidade de escolher e aplicar tecnologias que complementam as estratégias pedagógicas, melhorando o ensino e a aprendizagem dos alunos.

Koehler e Mishra (2006, p. 1028) entendem que:

> "[...] compreensão de que existe uma variedade de ferramentas para uma determinada tarefa, a capacidade de escolher uma ferramenta com base em sua aptidão, estratégias para usar os recursos da ferramenta e conhecimento

de estratégias pedagógicas e a capacidade de aplicar essas estratégias para o uso de tecnologias." (Tradução nossa[6]).

Figura 3 - Conhecimento Pedagógico da Tecnologia.



Fonte: a autora (2024).

Por isso, o TPK possibilita ao educador usar ferramentas tecnológicas para ampliar as possibilidades pedagógicas no processo de ensino. Ele pode não se limitar ao domínio técnico das ferramentas, mas envolver a capacidade de selecionar e aplicar tecnologias que se alinhem às metodologias de ensino. Dessa forma, o TPK consolida-se como um componente essencial para a prática docente contemporânea, capacitando os professores a utilizar a tecnologia de modo crítico e reflexivo, adaptando-a às necessidades dos alunos e aos objetivos educacionais, e, assim, transformando o ambiente de aprendizagem em um espaço mais interativo, inclusivo e inovador.

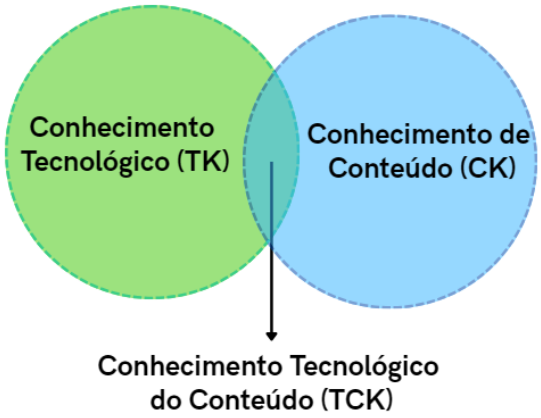
2.1.6 Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (*Technological Content Knowledge - TCK*)

É a interseção entre o conhecimento tecnológico e o conhecimento de conteúdo (figura 4). Refere-se à compreensão de como a tecnologia pode criar novas representações e compreensões de um conteúdo específico. Por exemplo, como um software de simulação pode ajudar a ensinar física ou química. Inclui a compreensão de quais tecnologias são mais adequadas para ensinar certos conteúdos e como essas

[6] [...] understanding that a range of tools exists for a particular task, the ability to choose a tool based on its fitness, strategies for using the tool's affordances, and knowledge of pedagogical strategies and the ability to apply those strategies for use of technologies.

tecnologias podem mudar a maneira como o conteúdo é entendido e aplicado. Segundo Koehler e Mishra (2006), as tecnologias modernas oferecem uma maior diversidade de representações e uma flexibilidade aumentada na sua navegação, mesmo que ainda apresentem certas restrições.

Figura 4 - Conhecimento Tecnológico do Conteúdo.



Fonte: a autora (2024).

Permitindo assim, que os professores possam explorar o potencial das tecnologias a fim de enriquecer o ensino de conteúdos específicos, criando experiências de aprendizagem, ao utilizar softwares de simulação ou ambientes virtuais para representar visualmente esses conceitos.

2.1.7 Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*)

Como já mencionado no início da seção, o TPACK (figura 5) é composto por sete domínios de conhecimento que se sobrepõem aos três conhecimentos principais: o conhecimento do conteúdo, pedagógico e tecnológico. Esta estrutura permite aos educadores integrar a tecnologia nas práticas de ensino, combinando suas habilidades pedagógicas e seus conhecimentos. Ao compreender e aplicar o TPACK, os professores podem desenvolver estratégias de ensino que não são apenas tecnologicamente enriquecidas, mas também pedagogicamente sólidas e contextualmente relevantes.

Segundo Koehler e Mishra (2006, p. 1029):

> O TPACK é a base de um bom ensino com tecnologia e requer uma compreensão da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de forma construtiva para ensinar

> conteúdos; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos e teorias da epistemologia; e o conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir sobre o conhecimento existente e para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. (Tradução nossa[7]).

Desde sua introdução, o TPACK tem sido amplamente adotado e adaptado por pesquisadores e educadores, e utilizado como uma estrutura para desenvolver programas de formação de professores, orientar a integração de tecnologias nas escolas e conduzir pesquisas sobre práticas de ensino com tecnologia. O modelo TPACK ajuda a destacar a importância de um equilíbrio entre esses três tipos de conhecimento. Professores eficazes não apenas sabem o conteúdo que estão ensinando e as melhores práticas pedagógicas, mas também como usar a tecnologia para facilitar a aprendizagem. (Mishra; Koehler, 2006).

Nesse sentido e, pelo fato de que há desafios perenes, a formação de professores no TPACK enfrenta obstáculos complexos. A integração das tecnologias no ensino exige que os educadores desenvolvam um conhecimento profundo e equilibrado dos três componentes principais.

Bueno *et al.* (2023) diz:

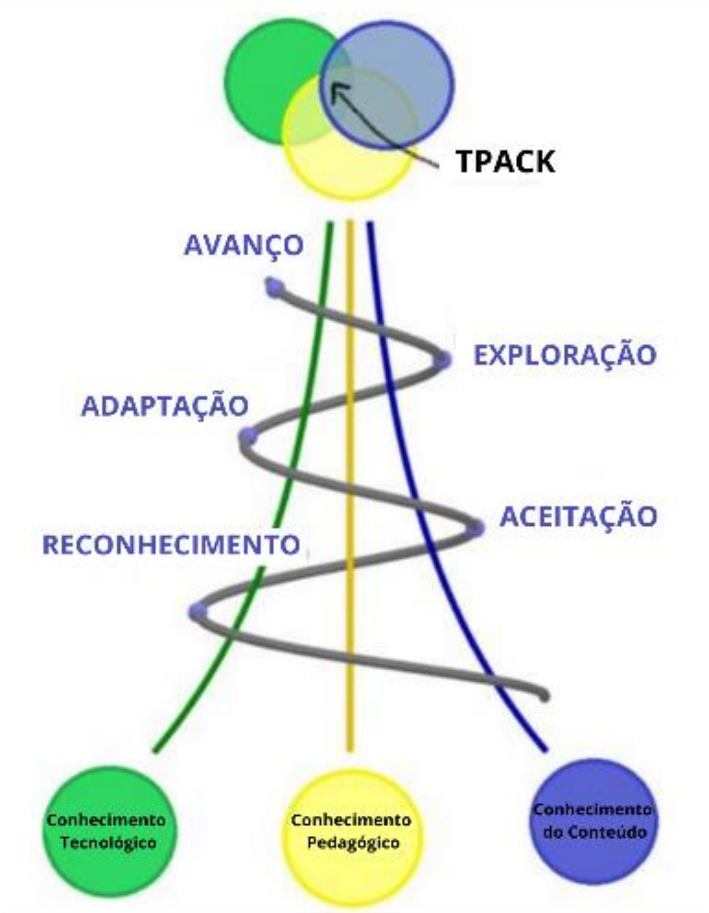
> Não só a noção de PCK era difícil de entender, como logo foi confrontada com o desafio do papel da tecnologia na educação. Com o uso generalizado das TIC digitais no século 21, as necessidades dos alunos e o papel da tecnologia na educação emergiram e ganharam reconhecimento por meio de reflexões sobre os processos de ensino e aprendizagem. A questão para os formadores de professores não era apenas como orientar os professores no desenvolvimento do PCK, mas também na compreensão de como a tecnologia poderia ser utilizada no processo educacional. (Bueno, R. *et al.* 2023 p. 90, tradução nossa[8]).

---

[7] TPCK is the basis of good teaching with technology and requires an understanding of the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge and to develop new epistemologies or strengthen old ones.

[8] Not only was the notion of PCK difficult to understand but it was soon confronted with the challenge of technology's role in education. With the widespread use of digital ICT by the 21st century, student needs and technology's role in education emerged and gained recognition through reflections on the teaching and learning processes. The question for teacher educators was not only how to guide teachers in developing PCK but also in understanding how technology might be used in the educational process.

Figura 5 - Conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo



Fonte: Bueno, Lieban e Ballejo (2021, p. 113).

Conforme Bueno, Lieban e Ballejo (2021), apoiados em Niess *et al.* (2009), o desenvolvimento do TPACK por professores de Matemática ocorre de forma gradual, organizado em cinco níveis. Esse avanço representa a relação à formulação inicial do modelo de Mishra e Koehler (2006), que descreve os domínios de conhecimento e suas intersecções, mas não explicita estágios de desenvolvimento. Ao introduzir níveis evolutivos, Niess *et al.* (2009) contribuem para compreender o TPACK não apenas como uma estrutura conceitual, mas como um processo formativo.

No *Reconhecimento*, os docentes passam a perceber a relevância das tecnologias digitais e sua relação com os conteúdos matemáticos, ainda que sua utilização se restrinja a práticas tradicionais. No nível de *Aceitação*, os professores demonstram maior abertura para integrar as TDIC, aplicando-as de maneira pontual e em atividades complementares.

A *Adaptação* marca o início do planejamento de aulas que incorporam práticas pedagógicas permeadas pelas TDIC, ainda de forma inicial e geralmente com foco no controle das ações dos estudantes. O nível da *Exploração* representa um avanço, quando as tecnologias passam a ser utilizadas de forma mais diversificada, favorecendo atividades e resolução de problemas matemáticos. Por fim, no nível de *Avanço*, os professores utilizam criticamente as TDIC, de forma a observar os resultados e apoiar o desenvolvimento, articulando metodologias a fim de incentivar a autonomia do aluno no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Ressalto que, embora os níveis de desenvolvimento do TPACK propostos por Niess *et al.* (2009) sejam apresentados neste estudo por sua relevância teórica, eles não serão utilizados como categorias de análise na pesquisa. Sua inclusão tem como objetivo contextualizar o referencial TPACK e contribuir para uma compreensão do processo gradual de integração das tecnologias digitais nos planejamentos dos docentes em Matemática.

O TPACK não pode ser compreendido como uma soma dos três conhecimentos do Conteúdo (CK), Conhecimento Pedagógico (PK) e Conhecimento Tecnológico (TK), mas sim como a interação entre eles, resultando em uma abordagem contextualizada para o ensino com tecnologia. Essa integração permite que os professores de Matemática possam desenvolver estratégias de ensino que vão da "simples" utilização de ferramentas tecnológicas, alcançando práticas que sejam pedagógicas e tecnológicas relevantes.

Para Harris *et al.* (2009), o planejamento eficaz da aprendizagem não deve ser compreendido como uma simples organização de atividades isoladas, pois unidades, projetos e sequências curriculares extrapolam a soma de suas partes e demandam a articulação integrada de conhecimentos pedagógicos, de conteúdo e tecnológicos.

No contexto do ensino de Matemática, essa integração se torna necessária, pois a disciplina exige não apenas um diálogo sobre os conceitos, mas também a construção de habilidades de raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico. O TPACK permite que o professor utilize a tecnologia de forma intencional, selecionando ferramentas que ampliem a compreensão dos alunos.

2.2 Histórico e Evolução da IA na Educação

A evolução da IA está ligada à transformação dos métodos educacionais ao longo das décadas. Compreender o desenvolvimento histórico da IA e suas principais contribuições permite visualizar de que forma essas inovações impactam o ensino e a aprendizagem atualmente. Ao revisitar as etapas cruciais dessa trajetória, podemos observar como a IA, desde suas origens, até suas aplicações contemporâneas, foi sendo integrada ao ambiente educacional, com o potencial de oferecer soluções para desafios pedagógicos, perante ao grande acesso às informações e a quantidade de fontes disponíveis.

A IA é um campo de estudo que envolve a criação de sistemas capazes de executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana. Russell e Norvig (2016) descrevem a IA como um ramo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas inteligentes.

Alan Mathison Turing (1912-1954), conhecido como “pai da computação”, foi o precursor da IA e é amplamente reconhecido como suas contribuições teóricas fundamentais. Com apenas 24 anos, Turing formalizou a noção de algoritmos e computação, estabelecendo a base teórica para os computadores modernos, quando propôs a máquina de Turing. Em 1950, Turing publicou o artigo "Computing Machinery and Intelligence", no qual introduziu o "Teste de Turing" como uma forma de avaliar a capacidade de uma máquina em exibir comportamento inteligente semelhante ao de um ser humano, segundo Russell e Norvig (2016). Turing lançou as bases para o desenvolvimento da IA, antecipando questões e desafios que continuam a ser centrais no campo até hoje.

Segundo Teixeira (1998, p. 12), o termo “Inteligência Artificial” só ganhou popularidade em 1956, quando John McCarthy introduziu pela primeira vez em uma conferência em Dartmouth, nos Estados Unidos. Juntamente com Marvin Minsky, outro pesquisador norte-americano, fundaram o primeiro laboratório dedicado à pesquisa em Inteligência Artificial no MIT, em Massachusetts, onde em seguida, McCarthy e Minsky, auxiliaram a fundar outro laboratório em Stanford, na Califórnia.

Simular computacionalmente a linguagem humana seria um grande feito; algo que possibilitaria a construção de máquinas para traduzir as várias línguas humanas. (Teixeira, 1998, p. 12). No entanto, para alcançar esse feito, era fundamental

compreender os mecanismos profundos da linguagem, o que exigia a colaboração com linguistas, psicanalistas e outros especialistas de diversas áreas do conhecimento. Esse trabalho cooperativo resultou na consolidação do que mais tarde foi conhecido como Ciência Cognitiva (Teixeira, 1998).

Sobre a importância da compreensão e geração da linguagem natural, Luger e Stubblefield (2005) observam que:

> Um dos objetivos de longa data da inteligência artificial é a criação de programas capazes de entender e gerar linguagem humana. Não apenas a capacidade de usar e entender a linguagem natural parece ser um aspecto fundamental da inteligência humana, mas também sua automação bem-sucedida teria um impacto incrível na usabilidade e eficácia dos próprios computadores. (Luger; Stubblefield, 2005, p. 24, tradução nossa[9]).

Luger e Stubblefield (2005) ressaltam a importância da compreensão da linguagem natural, mas a IA também avançou em outras áreas fundamentais, como a simulação de processos mentais e a expansão das capacidades computacionais. Nesse contexto, Teixeira (1998) observa que:

> [...] as primeiras máquinas de jogar xadrez, de demonstrar teoremas da lógica e outras grandes realizações da Inteligência Artificial nas décadas seguintes. Mas não era apenas com proezas computacionais que tais pesquisadores estavam preocupados: tratava-se de efetivamente simular processos mentais humanos e usar o computador para fundar uma ciência da mente. Para tanto, era preciso expandir a aplicação do modelo computacional para outros domínios além da simulação do raciocínio como acontecia com as máquinas de jogar xadrez ou de demonstrar teoremas da lógica. (Teixeira, 1998, p. 12)

No final da década de 1960, Seymour Papert (1928-2016) desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da Linguagem LOGO, uma linguagem de programação com objetivos educacionais. Soffner (2021), diz:

> A linguagem de programação LOGO foi desenvolvida para que crianças aprendessem a programar um computador e a desenvolver as competências matemáticas, lógicas e de solução de problemas, em um modelo individualizado em que cada aluno poderia criar programas de forma única. Esse desenvolvimento de programas é altamente motivador para o aluno por ser uma atividade de progresso contínuo. Os erros são considerados motivos para o enfrentamento do problema, e não de desânimo. (Soffner, 2021, p.8)

[9] One of the long-standing goals of artificial intelligence is the creation of programs that are capable of understanding and generating human language. Not only does the ability to use and understand natural language seem to be a fundamental aspect of human intelligence, but also its successful automation would have an incredible impact on the usability and effectiveness of computers themselves.

A Linguagem LOGO foi projetada para permitir que os usuários interajam com uma "tartaruga gráfica" através de comandos de programação. Este ambiente interativo facilitava a exploração de conceitos como loops, sequências e condições de uma maneira visual e intuitiva, com uma abordagem educacional mais ampla que valoriza a aprendizagem autodirigida e baseada na construção de conhecimento.

Barreto (1999), afirma:

> Ao deslocar a tartaruga na tela, é preciso se colocar em seu lugar e imaginar que seu próprio corpo está se movendo no espaço. Desta forma, Papert propõe "usar o computador como um meio para permitir que as crianças coloquem seus corpos de volta em sua matemática." [339]. (Barreto, 1999, p.230)

Por meio de suas contribuições, Seymour Papert não apenas promoveu uma alfabetização digital entre crianças, mas também inspirou uma nova geração de educadores a explorar o potencial educacional das tecnologias computacionais de forma criativa. Em seu livro juntamente com Marvin Minsky, intitulado como "*Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*" de 1969, são apresentados os resultados matemáticos sobre Perceptrons, do primeiro modelo de rede neural. Para Teixeira (1998) "segundo estes dois pesquisadores, as principais limitações dos perceptrons (pelo menos os de duas camadas de neurônios) estariam na gama de computações que eles podem efetuar." (Teixeira, 1998, p. 42).

Na década de 70, os experimentos com IA na educação começaram a surgir também com os primeiros Sistemas de Tutores Inteligentes (STI). Começaram a ser desenvolvidos com o objetivo de simular o papel de um tutor humano, assim criado o SCHOLAR, por Carbonell (1970), focando na personalização das aprendizagens.

Na perspectiva de Giraffa (1999):

> [...] os STI deveriam apresentar um comportamento o mais próximo possível ao de um professor humano. Porém, a realidade está muito distante de alcançar tal propósito. Existem muitas razões para que isto ocorra, entre elas referimos à limitações em nível de hardware e software que não nos permitem colocar dispositivos que possam trabalhar com aspectos relativos aos sentidos do olfato, tato e visão. Um professor humano pode e leva em consideração tais estímulos para poder organizar seu trabalho junto ao aluno e, além disto, utiliza as saídas destes sentidos para fins de feeback (retroalimentação). O fato é que desconhecemos a maneira com a qual nós humanos efetivamente processamos a informação dentro do nosso cérebro. (Giraffa, 1999, p. 15)

Conforme Vicari (2018, p. 12), a IA aplicada à Educação constitui um campo de pesquisa multidisciplinar e interdisciplinar, abrangendo o uso de tecnologias de IA em sistemas voltados para o ensino e a aprendizagem. Assim, os sistemas educacionais tornam-se um ambiente de aplicação e experimentação para as tecnologias de IA.

Nos anos 1980, uma ideia denominada conexionismo[10] começou a ganhar acesso no campo da Ciência Cognitiva. O conexionismo se destacou por propor que os processos mentais poderiam ser simulados através de redes neurais artificiais, inspiradas na estrutura e funcionamento do cérebro humano. Essas redes fornecem a base para lidar com padrões complexos, como os da linguagem humana. Russell e Norvig (2004) apontam que:

> Os chamados modelos conexionistas para sistemas inteligentes eram vistos por alguns como concorrentes diretos dos modelos simbólicos promovidos por Newell e Simon e da abordagem logicista de McCarthy e outros pesquisadores (Smolensky (1988 *apud* Russell; Norvig, 2004)).

Enquanto os modelos simbólicos enfatizavam a manipulação explícita de regras e representações lógicas, os modelos conexionistas buscavam captar a dinâmica não linear e distribuída do processamento cerebral. A partir dessa abordagem, os avanços nas redes neurais artificiais possibilitaram conquistas importantes, como o reconhecimento de padrões complexos e a evolução de aplicações que impactam diretamente áreas como o processamento de linguagem, a visão computacional e a educação mediada por tecnologia.

Com isso, as redes neurais tornaram-se uma peça central para várias aplicações da IA, incluindo a tradução automática, análise de sentimentos e outros domínios onde o reconhecimento de padrões e a compreensão de contextos são essenciais. Graças à sua capacidade de processar grandes volumes de dados, as redes neurais permitiram avanços em diversas áreas.

Paralelamente, o desenvolvimento do Processamento de Linguagem Natural (PLN) também ganhou força durante esse período. O PLN dedica-se a permitir que

[10] No glossário de TEIXEIRA (1998, p. 166) é citado o Conexionismo como: "Conexionismo − Concepção alternativa de modelagem da mente humana usando o computador. O conexionismo tenta modelar processos inteligentes tomando como base o sistema nervoso (cérebro) e suas características biológicas, tentando reproduzir, artificialmente, os neurônios e suas conexões cerebrais. Para o conexionista, a simulação da inteligência deve começar por uma simulação do cérebro. Freqüentemente, as palavras "conexionismo", "redes neurais" e PDPs (*Parallel Distributed Processing* ou processamento distribuído) são tomadas como equivalentes.".

computadores compreendam, interpretam e gerem linguagem natural. Russell e Norvig (2016) destacam a complexidade desse campo ao afirmar que:

> As línguas naturais, como o inglês ou o espanhol, não podem ser caracterizadas como um conjunto definitivo de frases. Todos concordam que "Não ser convidado é triste" é uma frase do inglês, mas as pessoas discordam sobre a gramaticalidade de "Não ser convidado é triste". Portanto, é mais frutífero definir um modelo de linguagem natural como uma distribuição de probabilidade sobre sentenças do que um conjunto definitivo. (Russell; Norvig, 2016, p. 861, tradução nossa[11]).

A abordagem probabilística do PLN permitiu avanços marcantes na interação homem-máquina, possibilitando o desenvolvimento de sistemas capazes de compreender nuances linguísticas e gerar respostas contextualizadas. Esse avanço não apenas reflete o progresso tecnológico, mas também evidencia o papel central do PLN na integração de tecnologias inteligentes em diversas áreas, incluindo a educação, onde ferramentas baseadas em PLN podem facilitar a personalização e a acessibilidade do aprendizado.

Por outro lado, as redes neurais, fundamentais para o conexionismo, também se mostraram essenciais no PLN, facilitando a criação de sistemas como assistentes virtuais e chatbots (IAGen). Ferramentas, como o ChatGPT, utilizam redes neurais para compreender e gerar respostas em linguagem natural, tornando a interação com os usuários mais intuitiva.

A aplicação de tecnologias de IA na educação, especialmente aquelas relacionadas ao PLN, tem permitido avanços importantes, como a coleta e análise de dados de desempenho dos alunos. Essa análise aprimora constantemente o processo educacional, proporcionando respostas instantâneas e corretores ortográficos automáticos. Além disso, o PLN capacita os STI a não apenas transmitir conhecimento, mas também a compreender e responder às perguntas dos alunos de maneira mais natural e acessível. De acordo com Viccari (2021), essas tecnologias, como tradução e interpretação de textos e voz, têm sido aplicadas de forma isolada na maioria dos casos, destacando o potencial de uma maior integração no ambiente educacional.

Esses avanços na análise de dados e na interação natural dos STI são complementados pela evolução dos sistemas de PLN, que, conforme apontam Russell e

[11] Natural languages, such as English or Spanish, cannot be characterized as a definitive set of sentences. Everyone agrees that “Not to be invited is sad” is a sentence of English, but people disagree on the grammaticality of “To be not invited is sad.” Therefore, it is more fruitful to define a natural language model as a probability distribution over sentences rather than a definitive set.

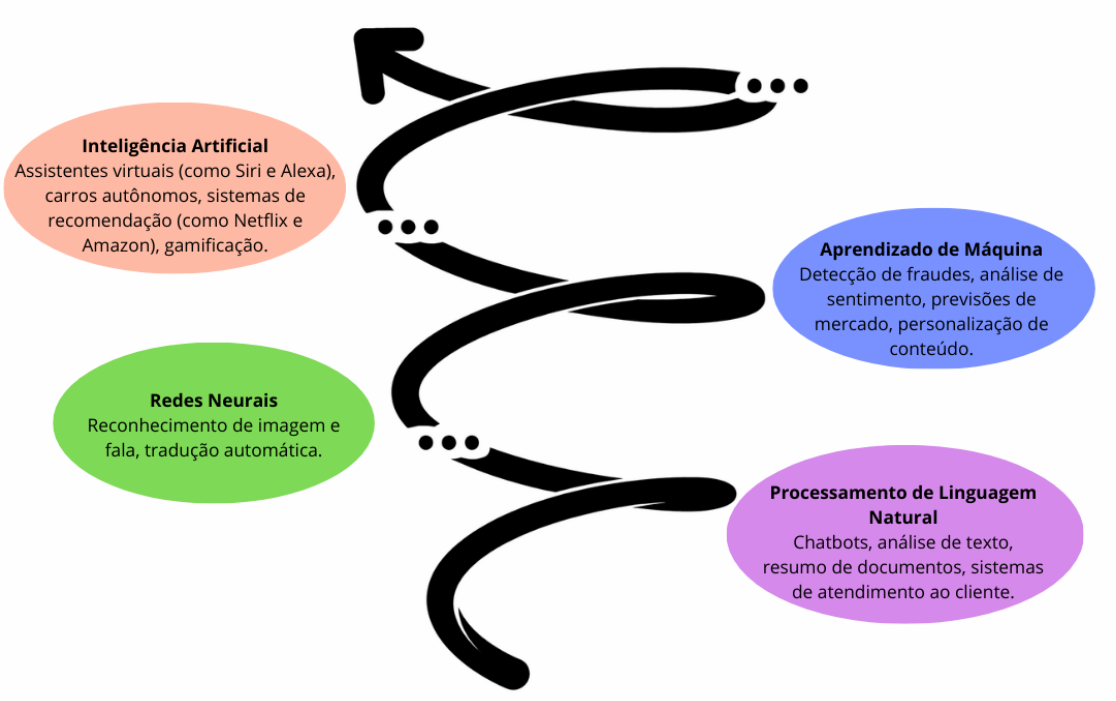
Norvig (2016, p. 891), começaram a utilizar a recuperação de informações da Web a partir de 2001, ampliando significativamente sua capacidade de resposta e cobertura.

A inserção da era digital, marcada pelo fato de os estudantes terem crescido em contato constante com as tecnologias, ampliou as possibilidades de uso desses recursos nos contextos educacionais. De acordo com Castells (1999):

> "[...] o surgimento de um novo sistema eletrônico de comunicação caracterizado pelo seu alcance global, integração de todos os meios de comunicação e interatividade potencial está mudando e mudará para sempre nossa cultura." (ibden, p.414).

Evidenciando assim, o impacto irreversível da digitalização em diversas áreas, incluindo a educação. Essas mudanças não apenas transformam as práticas pedagógicas, mas também desafiam educadores e estudantes a repensarem a forma como interagem com as tecnologias.

Figura 6 - Representação espiral.



Fonte: Produzida pela autora

A evolução da IA está intrinsecamente ligada à transformação dos métodos educacionais ao longo das décadas, e sua integração ao ensino encontra ressonância no modelo TPACK. Ao compreender o desenvolvimento histórico da IA e suas principais

contribuições, é possível visualizar como essas inovações impactam o ensino e a aprendizagem, especialmente quando articuladas com os três pilares do TPACK.

Assim, a IA ao ser incorporada ao ambiente educacional, não apenas amplia as possibilidades tecnológicas (TK), mas também redefine as estratégias pedagógicas (PK) e transforma a maneira como os conteúdos são ensinados e compreendidos (CK). Por exemplo, STI e plataformas adaptativas permitem personalizar o aprendizado, ajustando-se ao ritmo e às necessidades individuais dos alunos, o que exige dos professores uma integração equilibrada desses três conhecimentos.

2.3 Inteligência Artificial na Educação Matemática

Borba *et al.* (2014) destacam que as Tecnologias Digitais na Educação Matemática podem ser compreendidas em quatro fases, cada uma marcada por inovações que transformaram as práticas de ensino e de aprendizagem. Essas fases representam a evolução das ferramentas digitais, desde o uso do *software* LOGO, que teve início em 1985, até a integração de tecnologias mais complexas, como softwares interativos e ambientes virtuais.

No contexto atual, a IA tem sido uma dessas inovações tecnológicas presente também na Educação Matemática. Uma revisão sistemática da literatura realizada por Mohamed *et al.* (2022) apontou que a robótica tem sido a abordagem mais popular da IA nesse campo. Além da robótica, outras abordagens importantes incluem o uso de sistemas inteligentes, ferramentas digitais, agentes ensináveis e agentes autônomos, que permitem personalizar o ensino a fim de promover uma interação entre aluno e conteúdo.

Entretanto, a implementação dessas tecnologias exige que os professores se adaptem a novos cenários de ensino, muitas vezes desafiadores. Borba *et al.* (2014) ressaltam a importância de os educadores saírem de suas zonas de conforto e se arriscarem a utilizar essas inovações em suas práticas pedagógicas.

A realização de estudos sobre a eficácia da IA na educação é fundamental. Harper *et al.* (2021) ressaltam, que, se a maioria dos resultados for insatisfatória, o uso da IA na educação pode não ser plenamente eficiente. No entanto, os autores argumentam que pesquisas contínuas sobre o tema podem revelar que a IA contribui

para o desenvolvimento do pensamento criativo e crítico tanto de alunos quanto de educadores.

Niño (2024), em seu artigo propôs uma análise das concepções de professores em formação inicial, na prática e na formação avançada com a IA na sala de aula de matemática, onde organizou os resultados em três categorias: oportunidades, desafios e ferramentas. As oportunidades incluem a personalização do aprendizado, feedback em tempo real, experiências interativas, maior motivação e o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Os desafios envolvem a necessidade de capacitação docente, garantia de acesso, novos métodos de avaliação, mudança de concepções pedagógicas e o risco de vieses algorítmicos. Quanto às ferramentas, destacam-se STI, plataformas de aprendizagem adaptativa, realidade aumentada e virtual, e chatbots matemáticos.

Também de acordo com Mattos e Kalinke (2024), a utilização de assistentes virtuais baseados em IA, como *chatbots*, pode auxiliar o professor na reorganização de sua prática pedagógica, uma vez que os dados gerados pela interação com os estudantes possibilitam identificar quais tópicos precisam ser revisados em sala de aula, contribuindo, assim, para os processos educacionais no ensino de Matemática.

Portanto, o uso de inovações tecnológicas no ensino de Matemática, desde softwares interativos até a IA, vem trazendo novas possibilidades de personalização do aprendizado e interatividade. Essas ferramentas permitem ao professor identificar dúvidas nas compreensões dos alunos e com isso organizar suas aulas conforme as necessidades individuais. No entanto, essa evolução também impõe desafios, como a capacitação contínua dos docentes e a necessidade de garantir que todos os estudantes tenham acesso a essas tecnologias.

Nesse cenário, o modelo TPACK oferece uma lente teórica importante para compreender como o conhecimento de conteúdo, pedagógico e tecnológico pode ser integrado no planejamento docente. O uso da IA no ensino de Matemática possibilita práticas pedagógicas que combinam o domínio conceitual da disciplina com recursos digitais.

2.4 Tecnologias digitais na formação de professores

Nas últimas três décadas, as pesquisas em educação matemática no Brasil se diversificaram, com um foco crescente no uso didático e pedagógico de tecnologias.

Essa tendência abrange diferentes contextos e propostas voltadas para o aprimoramento da prática docente (Borba *et al.*, 2014).

Ainda que se observe uma crescente inserção das tecnologias digitais na educação, o Relatório de Monitoramento Global da Educação da UNESCO (2023, p. 8) evidencia que muitos estudantes continuam tendo acesso limitado ao uso efetivo dessas ferramentas nas atividades escolares. Mesmo nos países mais desenvolvidos, apenas cerca de 10% dos estudantes de 15 anos utilizam dispositivos digitais por mais de uma hora por semana para estudar matemática e ciências.

Segundo os dados de monitoramento global da educação de 2023:

> Os professores muitas vezes se sentem despreparados e pouco seguros para dar aulas usando tecnologia. Somente a metade dos países têm padrões de desenvolvimento de habilidades em TIC para professores. [...]. (UNESCO, 2023, p. 8)

Esses desafios, no entanto, engajaram o desenvolvimento de iniciativas voltadas à criação de ferramentas que facilitam a incorporação das tecnologias digitais no ensino. Borba *et al.* (2014), ainda destacam que houve produção de softwares educacionais por empresas, governos e pesquisadores, oferecendo aos professores, por meio de cursos de formação continuada, suporte e alternativas para a utilização de tecnologias da informação em suas aulas.

Nesse sentido, Harper *et al.* (2021), sugere que:

> [...] os formadores de professores de matemática e os professores devem considerar a utilização de ferramentas inovadoras que normalmente não são vistas nas salas de aula, como a robótica, no ensino da matemática, à medida que trabalham para apoiar o foco no raciocínio e na criação de sentido e estabelecem ligações à comunidade infantil e aos fundos culturais de conhecimento. (Harper *et al.*, 2021, p. 19, tradução nossa[12]).

Assim, ao utilizar essas ferramentas, os educadores podem estabelecer conexões entre os conhecimentos prévios. Essa perspectiva ressoa com a ideia de que a educação matemática deve ser didática, inclusiva e adaptada às realidades, preparando os alunos

[12] [..] that mathematics teacher educators and teachers should consider using innovative tools not typically seen in classrooms, such as robotics, in mathematics instruction as they work to support a focus on reasoning and sense making and make connections to children's community and cultural funds of knowledge.

não apenas para compreender os conceitos matemáticos, mas também para aplicá-los de maneira crítica e criativa.

Segundo Stormowski (2018), o uso adequado das tecnologias digitais no ensino tem grande potencial para qualificar o processo de aprendizagem, ao trazer benefícios aos alunos em comparação a contextos sem essas tecnologias, o custo relacionado a elas se justifica pelos resultados positivos que elas oferecem. Por sua vez, quando são inseridos dentro das escolas, as tecnologias digitais eram colocadas em salas de aula específicas, como "laboratórios de informática" e a utilização do laboratório seria mais frequente se houvesse um professor especializado disponível para apoiar tanto os alunos quanto os demais professores.

Stormowski (2018) ainda diz que:

> Essa demanda dos professores indica dois aspectos a ser observados: a insegurança dos professores e as atividades a ser ofertadas. A insegurança dos professores indica uma dificuldade que possuem em lidar com os recursos tecnológicos, ou em planejar e desenvolver atividades didáticas com suporte em tecnologias digitais. Por outro lado, considerando que esse professor especializado em informática esteja no laboratório, dificilmente ele terá formação para planejar atividades para todas as disciplinas, ainda mais se considerarmos as características particulares de cada turma, de cada aluno, e da forma com que cada professor atua em sala de aula. (Stormowski, 2018, p. 102)

Hoje, com o avanço das tecnologias presentes até mesmo em nossas mãos, professores podem ousar na sua autonomia explorando metodologias tecnológicas no ensino. Silva (2018), reflete:

> Arriscar exige autonomia de todos os envolvidos no processo educacional. Se o docente arrisca, experimenta e de certa forma tenta inovar, rompe-se com a ideia unidirecional do ensino que prioriza a transmissão em oposição à construção de conhecimentos. (Silva, 2018, p. 22)

Logo, apesar das inovações disponíveis, muitos desafios persistem, como a insegurança de alguns professores ao utilizarem esses recursos em suas aulas e a falta de infraestrutura adequada em várias escolas. Assim, é necessário fomentar uma cultura de experimentação e autonomia, onde os professores se sintam confiantes para explorar novas metodologias e potencializar o processo de ensino e de aprendizagem com o uso de tecnologias.

2.5 Revisão da Literatura – Modelo TPACK no ensino e no aprendizado da Matemática

Para a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), o objetivo é investigar como o modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo) tem sido aplicado por professores durante as suas práticas de ensino na disciplina de Matemática ou em momentos de formação.

De acordo com Ramos *et al.* (2014):

> No processo de Revisão Sistemática de Literatura é imprescindível que sejam registradas todas as etapas de pesquisa, não só para que esta possa ser replicável por outro investigador como foi já atrás mencionado, como também para se aferir que o processo em curso segue uma série de etapas previamente definidas e absolutamente respeitadas nas várias etapas. (Ramos *et al.*, 2014, p.23).

Sampaio e Mancini (2007) ressaltam que a RSL disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, por meio da aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, avaliação crítica e síntese da informação selecionada.

Para a realização desta revisão, foram seguidas as três etapas propostas por Sampaio e Mancini (2007):

1. Definição da pergunta de pesquisa;

2. Busca por evidências científicas em repositórios de bases de dados, utilizando palavras-chave e estratégias de pesquisa;

3. Estabelecimento de critérios para a seleção dos trabalhos encontrados na busca, com a elaboração de resumos sintetizados sobre os mesmos.

Para a primeira etapa, a definição da pergunta para esta revisão foi dada por: “Como as tecnologias digitais, mediada pelo modelo TPACK, têm influenciado a prática pedagógica de professores de matemática?”.

Na segunda etapa, a busca inicial foi realizada em bancos de dados relevantes, como o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, o Repositório Digital LUME da UFRGS, o Portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico. Foram considerados trabalhos publicados entre os anos de 2020 até o presente momento, a fim de obter uma visão atualizada das aplicações do TPACK no ensino e aprendizado da matemática, com as palavras-chaves “TPACK”, “matemática”, “ensino” e “professores”.

Os bancos de dados utilizados para a busca, assim como o número de resultados obtidos em cada um deles, estão listados na Tabela 1:

Tabela 1 - Bancos de dados utilizados na Revisão da Literatura do modelo TPACK.

Banco de Dados	**Números de Resultados**
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	22
Google Acadêmico	1490
Portal de Periódicos da CAPES	23
Repositório Digital LUME da UFRGS	17

Fonte: Produzida pela autora.

Após realizar uma análise para identificar os resultados comuns entre diferentes bancos de dados, também foi feito a análise dos títulos e resumos, assim obtiveram-se os números de resultados, apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 - Número de resultados segundo o Tipo de Trabalho.

Banco de Dados	**Número de Resultados**
Artigos de Periódicos	7
Teses e Dissertações	2

Fonte: Produzida pela autora.

Foram selecionados os trabalhos que atendiam aos seguintes critérios:

a) Pesquisas que investigaram a aplicação do modelo TPACK no ensino e aprendizado da Matemática.

b) Como a tecnologia está sendo incorporada nas práticas pedagógicas por professores de Matemática.

c) Possibilidades de práticas que utilizam a tecnologia, como ferramenta de aprendizagem de Matemática.

Abaixo, no quadro 1, estão os nove estudos selecionados para compor a RSL, com autores, ano, título e tipo da pesquisa e em qual base de dados ela se encontra.

Quadro 1 – Estudos selecionados para compor a RSL sobre TPACK.

Autores/ano	**Título**	**Tipo/Base de dados**
BRITO; SANTOS (2023)	Cartilha digital navegando pelo TPACK: um modelo teórico para planejar aulas com tecnologias digitais no contexto da BNCC	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Revista BOEM.
GUTIÉRREZ-FALLAS; HENRIQUES (2020)	O TPACK de futuros professores de matemática numa experiência de formação.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.
MASTROIANNI; OLIVEIRA (2020)	A inserção da tecnologia nas aulas de matemática e seu processo avaliativo: um estudo preliminar sobre as percepções de professores polivalentes	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT.
BUENO *et al.* (2023)	Uso de TDIC em interações pedagógicas: expectativas de aprendizagem em um curso de formação continuada	Artigo. Google Acadêmico. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática.
SOUZA (2023)	Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo: perspectivas docentes sobre a prática no contexto da pandemia de Covid-19	Dissertação. Repositório Digital LUME da UFRGS.
PURIFICAÇÃO *et al.* (2024)	O uso pedagógico das tecnologias e o desenvolvimento do conhecimento matemático dos professores dos anos iniciais: impactos no desenvolvimento regional.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Caderno Pedagógico.
NOGUEIRA *et al.* (2024)	O modelo Tpack e a formação de professores de matemática: repercussões de um curso de robótica educacional.	Artigo. Google Acadêmico. Educação & Linguagem.
OLIVEIRA (2025)	O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais	Dissertação. Google Acadêmico.
CERQUEIRA; NEVES (2025)	Competência tecnológica digital de professores que ensinam Matemática.	Artigo. Google Acadêmico. Perspectivas da Educação Matemática.

Fonte: Produzida pela autora.

Com base no método descrito anteriormente, foram selecionados nove estudos sobre TPACK, que são analisados a seguir. Eles por sua vez, são de cursos de

professores e para futuros professores, por isso se diz respeito às primeiras impressões e experiências sobre o modelo TPACK.

Os estudos de Gutiérrez-Fallas e Henriques (2020), durante a experiência de formação com futuras professoras, destacam o TPACK como:

> É um conhecimento dinâmico, pois o desenvolvimento do TPACK implicou uma articulação ativa dos vários domínios do conhecimento profissional do professor, tendo em consideração que o seu propósito é integrar eficientemente a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática. Também é um conhecimento flexível, á que o TPACK das futuras professoras foi mobilizado para vários propósitos, como a formulação de objetivos de aprendizagem, o enquadramento curricular de ferramentas tecnológicas, a formulação de estratégias de gestão de sala de aula e de avaliação, a análise e a elaboração de tarefas e/ou planos de aula para o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos específicos com recursos tecnológicas. (Gutiérrez-Fallas; Henriques, 2020, p. 198)

Nessa mesma direção, Brito e Santos (2023) ao desenvolverem uma cartilha digital com o objetivo de auxiliar o planejamento de aulas com tecnologias digitais, destacam que o uso dessas tecnologias no ensino deve ir além de sua função como simples recurso de apoio, a qual as tecnologias precisam ser selecionadas, adaptadas e integradas de forma intencional às estratégias pedagógicas, em consonância com as orientações curriculares da BNCC. Nesse sentido, a cartilha favorece a construção de práticas de ensino mais significativas ao apresentar exemplos práticos de planejamento, evidenciando como o modelo TPACK pode ser aplicado de maneira concreta no ensino e auxiliando os professores a visualizarem a articulação entre conteúdo, pedagogia e tecnologia em suas aulas.

Bueno *et al.* (2023) em seu estudo propuseram uma formação continuada e relatam que:

> [...] além do anseio demonstrado em aprenderem sobre distintos recursos tecnológicos, muitos cursistas deixaram transparecer sua preocupação sobre como utilizar seus conhecimentos para vislumbrar possíveis aplicações pedagógicas em sala de aula. A respeito disso, enfatiza-se que o curso em questão buscou proporcionar momentos de reflexão e discussão sobre como os três conhecimentos do TPACK se relacionam. (Bueno *et al.*, 2023, p. 820)

Por outro lado, Souza (2023) investigou como os professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental das redes estaduais de Sergipe e do Rio Grande do Sul aplicaram os conceitos do modelo TPACK em sua prática docente durante a pandemia de COVID-19. A pesquisa revelou que os docentes demonstraram dificuldade em integrar de forma simultânea e relacional o conhecimento de conteúdo, pedagogia e

tecnologia. Além disso, em virtude da pandemia, o Ensino Remoto Emergencial (ERE) foi implementado, o que evidenciou ainda mais os desafios enfrentados pelos professores no uso das tecnologias no ensino.

Mesmo quando os professores demonstram domínio do conteúdo matemático e conhecimento pedagógico, a falta de familiaridade com as tecnologias digitais compromete a elaboração de planejamentos de aula integrados, dificultando a efetiva articulação entre os diferentes domínios do modelo TPACK, como diz Cerqueira e Neves (2025), mostrando assim que, grande parte dos professores apresenta limitações no domínio do TK e, de maneira ainda mais pontual, nas articulações entre os TPK e entre o TPACK.

Dificuldades com estas também foram discutidas por Mastroianni e Oliveira (2020), ao relatarem a relevância dos conhecimentos tecnológicos:

> [...] o uso do ferramental tecnológico não simplifica ou encerra a questão, pelo contrário: é de extrema relevância o conhecimento relativo às técnicas e competências para o emprego destes instrumentos, tendo em conta, inclusive, sua evolução contínua. Esta habilidade, por assim dizer, constitui um saber típico, específico. Isto equivale a dizer que não subsistem mais formas estáveis relacionadas ao uso didático dos componentes tecnológicos: inexiste, na verdade, a perspectiva de que tais elementos não se modifiquem durante a carreira dos professores. (Mastroianni; Oliveira, 2020, p. 4)

O professor que mobiliza os conhecimentos que compõem o TPACK de forma progressiva ao longo do planejamento didático, articulando o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo às possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais, alcançam níveis mais elevados de desenvolvimento do TPACK, além de demonstrar maior autonomia para selecionar tecnologias apropriadas e para reorganizar o currículo e as práticas pedagógicas de acordo com as características dos estudantes e do contexto escolar como aponta Oliveira (2025).

O uso pedagógico das tecnologias, quando orientado pelo modelo TPACK, contribui de forma significativa para o desenvolvimento do conhecimento matemático de professores dos anos iniciais, refletindo positivamente na aprendizagem dos alunos. Para Purificação *et al.* (2024) esse processo depende da formação continuada dos docentes, voltada à integração consciente das tecnologias ao ensino, bem como do acesso a recursos tecnológicos adequados e de qualidade.

Por fim, Nogueira *et al.* (2024) concluíram que formações docentes voltadas ao uso da robótica educacional, quando também fundamentadas no modelo TPACK,

possibilitam o desenvolvimento de projetos educacionais que articulam tecnologia e pedagogia de forma intencional. Além de destacarem que essa abordagem contribuiu para a construção de práticas e planejamentos inclusivos no ensino de Matemática, favorecendo a aprendizagem dos estudantes e ampliando as possibilidades pedagógicas na educação.

De modo geral, os estudos selecionados demonstram que a aplicação do modelo TPACK no ensino e na aprendizagem da Matemática tem resultados positivos, pois permite aos professores integrarem os conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, potencializando o uso de tecnologias. No entanto, os desafios enfrentados, como a falta de recursos, habilidades docentes limitadas e a necessidade de formação contínua, indicam que, para alcançar resultados profícuos com o modelo, é essencial investir na capacitação dos professores e na disponibilização adequada de ferramentas tecnológicas, garantindo que o uso do TPACK seja prático e duradouro ao longo da carreira docente.

2.5.1 Reflexões sobre a Revisão da Literatura – Modelo TPACK no ensino e no aprendizado da Matemática

A revisão de literatura realizada evidencia que o modelo TPACK tem se consolidado como um referencial teórico para compreender a integração das tecnologias digitais ao ensino e à aprendizagem da Matemática. Os estudos analisados convergem ao indicar que o uso pedagógico das tecnologias não se resume à incorporação de ferramentas digitais, mas exige uma articulação intencional entre o conhecimento do conteúdo matemático (CK), o conhecimento pedagógico (PK) e o conhecimento tecnológico (TK), bem como de suas interseções.

De modo geral, as investigações apontam que o TPACK deve ser compreendido como um conhecimento dinâmico e flexível, construído a partir das experiências formativas e da prática docente, conforme evidenciado nos estudos com professores em formação inicial e continuada. Essa característica reforça que o desenvolvimento do TPACK não ocorre de maneira automática, mas demanda espaços de reflexão, planejamento e experimentação pedagógica, nos quais o professor possa mobilizar os diferentes domínios do conhecimento de forma integrada.

A importância da formação continuada como elemento central para o fortalecimento do TPACK através de formações que promovem a reflexão sobre o uso pedagógico das tecnologias, aliadas a exemplos práticos de planejamento e aplicação em sala de aula, favorecem uma compreensão mais aplicada do TPACK. Nesse sentido, a formação docente aparece como um espaço para superar uma visão instrumental das tecnologias e avançar para práticas pedagógicas.

Por outro lado, os estudos que investigam a prática docente em contextos reais de ensino, revelam fragilidades na articulação entre os domínios do TPACK. Mesmo quando os professores demonstram domínio do conteúdo matemático e sensibilidade pedagógica, a limitação no conhecimento tecnológico e, principalmente, nas articulações entre TPK e TPACK compromete a elaboração de planejamentos integrados. Onde a rápida evolução das tecnologias exige do professor um processo contínuo de atualização e desenvolvimento de competências específicas.

Outro aspecto relevante identificado na literatura refere-se às condições institucionais e estruturais que influenciam o desenvolvimento do TPACK. A ausência de recursos tecnológicos adequados, o acesso limitado à internet e a falta de políticas institucionais de formação dificultam a consolidação de práticas pedagógicas integradas, mesmo quando há interesse e disposição por parte dos professores. Assim, a integração das tecnologias ao ensino de Matemática não depende apenas do esforço individual do docente, mas também de investimentos e ações planejadas na gestão educacional.

Portanto, torna-se necessário compreender que o TPACK se configura como um referencial para analisar práticas pedagógicas mediadas por tecnologias, ao mesmo tempo em que evidencia desafios relacionados à formação docente.

Às condições de trabalho e à intencionalidade pedagógica, reforçam a necessidade de investigações que analisem como os professores mobilizam o TPACK em situações concretas de planejamento e ensino, especialmente diante do uso crescente de tecnologias, como a IA.

Nesse sentido, a literatura revisada fundamenta a pesquisa, ao indicar lacunas relacionadas à compreensão de como os professores de Matemática utilizam a IA em seus planejamentos de aula e de que modo essas práticas se relacionam com as dimensões do modelo TPACK. As reflexões apresentadas também evidenciam a pertinência de analisar os desafios enfrentados pelos docentes nesse processo,

contribuindo para ampliar o debate sobre a integração crítica e pedagógica da IA no ensino de Matemática.

2.6 Revisão da Literatura – Uso da Inteligência Artificial por professores

Para a revisão de literatura sobre o uso da Inteligência Artificial por professores, também foi utilizada a metodologia da Revisão Sistemática da Literatura, de acordo com Sampaio e Mancini (2007). A pergunta de pesquisa que conduz essa revisão da literatura é a seguinte: "De que maneira os professores utilizam a Inteligência Artificial como ferramenta de apoio no ensino?".

Na realização da revisão sistemática sobre IA, foram utilizados os termos "Inteligência Artificial", "ensino" e "professores". Os bancos de dados utilizados para a busca, bem como o número de resultados em todas elas, encontram-se na Tabela 3:

Tabela 3 - Bancos de dados utilizados na Revisão da Literatura da IA.

Banco de Dados	**Números de Resultados**
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	44
Google Acadêmico	17600
Portal de Periódicos da CAPES	137
Repositório Digital LUME da UFRGS	1123

Fonte: Produzida pela autora.

Após realizar uma análise para identificar os resultados comuns entre diferentes bancos de dados, também foi feito a análise dos títulos e resumos, assim obtiveram-se os números de resultados, apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 - Número de resultados segundo o Tipo de Trabalho.

Banco de Dados	**Número de Resultados**
Artigos de Periódicos	9
Teses e Dissertações	2

Fonte: Produzida pela autora.

Para a escolha das pesquisas a serem analisadas, foram selecionados trabalhos em que os professores relataram as percepções e avaliações quanto aos desafios e oportunidades que surgem com o uso da IA nas práticas pedagógicas. Os trabalhos selecionados podem ser conferidos no Quadro 2:

Quadro 2 – Trabalhos selecionados para a RSL do IA na Educação

Autores/ano	**Título**	**Tipo/Base de dados**
PARREIRA et al. (2021)	O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação.
DUQUE *et al.* (2023)	Formação de professores para o uso de tecnologia: a inteligência artificial (IA) e os novos desafios da educação.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Caderno Pedagógico.
GUIMARÃES JUNIOR *et al.* (2023)	Inteligência Artificial como ferramenta de apoio ao ensino.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Revista Contemporânea.
MARTINS (2023)	O uso da Inteligência Artificial na Educação: análise e percepção dos professores do ensino médio e técnico.	Dissertação. Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.
WEBBER; FLORES (2023)	Roteiro para a integração da inteligência artificial em experiências de ensino.	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia.
MARTINS *et al*. (2024)	O uso da Inteligência Artificial na educação: análise e percepção de professores	Artigo. Google Acadêmico. Revista Intersaberes
ROCHA *et al.* (2025)	Inovação e tecnologias: os impactos da inteligência artificial na formação de professores	Artigo. Google Acadêmico. Caderno Pedagógico.
MEDEIROS *et al*. (2024)	A Utilização da Inteligência Artificial no Ensino de Matemática	Artigo. Google Acadêmico. Revista Científica Cognitionis.
BUITRAGO *et al.* (2025)	Formação de Professores e Inteligência Artificial:estudo sobre desafios e possibilidades a partir das realidades brasileira e colombiana	Artigo. Google Acadêmico. Revista Eixo.
LIMA (2025)	Inteligência Artificial no Ensino de Matemática: Potencialidades e Desafios para Professores	Dissertação. Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

SOUSA *et al.* (2025)	Inteligência Artificial e o ensino de matemática: perspectiva de professores da escola CETI Francisco Nunes sobre as contribuições da IA na construção e uso de materiais manipuláveis para o ensino de probabilidade	Artigo. Portal de Periódicos da CAPES. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro.

Fonte: Produzida pela autora.

Além das aplicações do TPACK, esta revisão também investigou o uso da IA por professores em suas práticas pedagógicas. Os onze trabalhos selecionados revelam que a IA tem sido cada vez mais utilizada como ferramenta de apoio ao ensino, com diversas possibilidades de implementação.

Duque *et al.* (2023) destacam que:

> A capacidade de discernir informações online, avaliar criticamente recursos digitais e compreender as implicações éticas do uso da tecnologia são habilidades essenciais que se entrelaçam com a alfabetização digital. Os professores devem ser dotados não apenas de habilidades técnicas, mas também de um discernimento afiado para guiar seus alunos em um mundo digital em constante evolução. (Duque *et al*., 2023, p. 843)

Para Lima (2025), embora as ferramentas de IA apresentem potencial para apoiar processos educacionais, elas ainda possuem limitações técnicas e conceituais, como falhas em cálculos e dificuldades na interpretação de problemas mais complexos, ainda que tais limitações exigem um uso crítico e mediado pelo professor, além de evidenciar a necessidade de atenção às questões éticas e regulatórias, especialmente no que se refere à segurança dos dados e à responsabilidade na produção de conteúdos educacionais.

Martins (2023) ressalta em seu estudo que, seria altamente benéfico promover um debate amplo e aprofundado nas escolas sobre as questões tecnológicas e suas implicações sociais, incluindo a avaliação dos equipamentos utilizados, a identificação dos espaços onde são aplicados, e a verificação dos objetivos que orientam seu uso, além de considerar as contribuições potenciais decorrentes de sua aplicação.

Os estudos de Webber e Flores (2023), destacam que:

> No âmbito educacional, já existem indicações da UNESCO que orientam que o ensino da IA deve priorizar os métodos de base e expandir-se para tratar aqueles mais utilizados. Uma formação pode iniciar com a conceituação da IA, desenvolvendo em seguida os temas relacionados à aprendizagem das máquinas, uso de dados, comunicação via linguagem falada chegando aos chatbots, sistemas de recomendação e decisão e a ética. A IA deve contribuir com outras ferramentas da Ciência que favoreçam a análise, através da qual

> o objeto de estudo pode ser representado, simulado, dividido e, dessa forma, suas partes analisadas, explicadas e entendidas. (Webber; Flores, 2023, p.4)

Por sua vez, Guimarães Junior *et al.* (2023), citam que diversos sistemas de avaliação utilizam IA para analisar o desempenho dos alunos. Um exemplo é o software GradingBot, desenvolvido pela empresa ABC Education, que emprega algoritmos de IA para avaliar automaticamente respostas de múltipla escolha, ensaios e outras atividades. Esse sistema gera pontuações e feedbacks individualizados, o que agiliza o processo de avaliação e permite que os professores se concentrem em tarefas mais complexas.

Sousa *et al.* (2025) ressaltam que a IA exerce influência nas práticas docentes atuais e não pode ser desconsiderada no contexto educacional. Ainda nesse sentido, os autores afirmam que ao fazer uso de forma responsável e orientada por objetivos pedagógicos, a IA pode contribuir para o aprimoramento do ensino de probabilidade, auxiliando tanto na elaboração de materiais manipuláveis quanto na aproximação dos estudantes a esse conteúdo.

Por outro lado, Medeiros *et al.* (2024) identificaram que os estudantes, de modo geral, demonstraram satisfação com o uso da IA, especialmente pela possibilidade de aprender em seu próprio ritmo e receber respostas mais personalizadas. No entanto, os autores alertam para efeitos indesejáveis relacionados a ambientes de aprendizagem excessivamente automatizados, como o aumento do isolamento de alguns alunos. Essa preocupação se mostrou mais significativa no caso de estudantes neurodivergentes, para os quais a redução das interações com professores e colegas pode comprometer aspectos importantes do processo de aprendizagem.

Para Rocha *et al.* (2025) a formação inicial dos professores não tem acompanhado as rápidas transformações tecnológicas, uma vez que os cursos de licenciatura ainda privilegiam abordagens tradicionais e excessivamente teóricas, onde a ausência de uma formação voltada ao desenvolvimento de competências digitais e ao uso de ferramentas atuais, como a IA, compromete a utilização para fins pedagógicos das tecnologias no contexto escolar.

Webber e Flores (2023) ainda reiteram que a abordagem da IA nas salas de aula deve ser planejada para que a tecnologia se torne uma aliada no processo de ensino e de aprendizagem. Um fator importante é a maturidade dos docentes em relação à tecnologia, que envolve conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para não

apenas entender os conceitos fundamentais da IA, mas também integrá-los de maneira relevante nas práticas pedagógicas. Modelos de maturidade são usados para avaliações e diagnósticos nesse contexto.

A substituição do professor por sistemas baseados em IA pode comprometer a relação pedagógica estabelecida em sala de aula, uma vez que a interação humana desempenha papel central no processo de ensino e de aprendizagem. Martins *et al.* (2024), ainda destacam que a troca de experiências, a sensibilidade às necessidades dos estudantes e a construção de um ambiente acolhedor e personalizado são aspectos que não podem ser plenamente reproduzidos por robôs com IA. Embora essas tecnologias sejam capazes de executar tarefas e responder a comandos específicos, elas não possuem a capacidade de adaptação, criatividade e intervenção pedagógica contextualizada que caracteriza a atuação do professor humano, especialmente diante das dificuldades individuais dos alunos.

Por sua vez, Parreira *et al.* (2021) observam que a flexibilidade e a capacidade de adaptação são essenciais para enfrentar os desafios futuros, e que as competências transversais são a base para desenvolver essas habilidades adaptativas. Além disso, a integração de competências transversais no currículo educacional prepara os alunos para um mundo em constante mudança, fornecendo habilidades essenciais para a resolução de problemas e a colaboração efetiva. A capacidade de se adaptar rapidamente a novas situações e de aprender continuamente é fundamental para o sucesso em ambientes dinâmicos e desafiadores, tornando o desenvolvimento dessas competências crucial para enfrentar os desafios futuros.

A incorporação da IA ainda enfrenta desafios relevantes, como a insuficiência de formação docente, as desigualdades no acesso às tecnologias e a necessidade de adaptar essas ferramentas às realidades locais, como diz Buitrago (2025). Onde também chama atenção para questões éticas, especialmente relacionadas à privacidade dos dados e aos vieses algorítmicos, que exigem cautela no uso pedagógico da IA. Em contrapartida, o estudo evidencia potencialidades importantes, como a personalização do ensino, a automação de tarefas administrativas e o uso da análise de dados para subsidiar decisões pedagógicas mais eficazes. As experiências relatadas pelos professores revelam diferentes formas de utilização da IA, desde o apoio ao planejamento e à geração de ideias até o uso de aplicativos educativos e ambientes

virtuais, sendo destacadas percepções positivas quanto à facilidade de uso e ao aumento do engajamento dos estudantes.

Os estudos analisados destacam tanto os desafios quanto os resultados positivos da integração da IA no ensino e no aprendizado, especialmente em aulas de matemática. A aplicação da IA como ferramenta pedagógica tem se mostrado promissora, oferecendo diversas possibilidades para aprimorar o processo educacional. Contudo, essa implementação exige uma preparação técnica e ética por parte dos professores, além de um planejamento cuidadoso para abordar as implicações sociais e tecnológicas. No entanto, a eficácia dessa integração depende do desenvolvimento contínuo das competências dos professores, que precisam se adaptar às mudanças tecnológicas e pedagógicas. Em resumo, a IA traz desafios profundos, mas também oferece oportunidades para aprimorar a educação, desde que acompanhada de uma preparação adequada e de um uso criterioso.

2.6.1 Reflexões sobre a Revisão da Literatura – Uso da Inteligência Artificial por professores

A utilização da IA no ensino apresenta uma série de desafios e oportunidades, especialmente no que diz respeito ao papel dos professores em integrar essa tecnologia às práticas pedagógicas. O avanço da IA oferece novas possibilidades para otimizar o processo de ensino e de aprendizagem, particularmente em áreas como a matemática, onde ferramentas tecnológicas podem apoiar o desenvolvimento de habilidades.

A IA pode assumir funções que antes dependiam exclusivamente dos professores, como a correção de atividades e o fornecimento de feedback personalizado. Isso permite aos educadores concentrar-se em tarefas mais complexas, como a análise de estratégias de ensino e a promoção de um ambiente de aprendizado mais dinâmico e personalizado. No entanto, a integração tecnológica depende da formação dos professores. Não basta apenas dominar as ferramentas; é necessário um entendimento mais profundo de como a IA pode ser usada de maneira ética, responsável e pedagógica.

Essa nova realidade também exige que os educadores desenvolvam habilidades de adaptação e pensamento crítico. A flexibilidade é essencial para enfrentar um cenário educacional em constante transformação, onde a tecnologia desempenha um papel cada vez mais central. A capacidade de discernir o que é relevante, útil e ético no uso da IA

é uma competência indispensável para que os professores possam guiar seus alunos em um mundo digital que evolui rapidamente.

Além disso, a incorporação da IA nas escolas levanta questões importantes sobre o impacto dessa tecnologia na educação. Há a necessidade de um planejamento cuidadoso para garantir que a IA não apenas reforce desigualdades existentes, mas que contribua para tornar a educação mais inclusiva e justa. O uso criterioso da IA deve ser acompanhado de discussões sobre suas implicações sociais e pedagógicas, envolvendo tanto professores quanto alunos nesse processo de reflexão.

No que se refere aos estudantes, a IA pode favorecer maior autonomia, engajamento e personalização do aprendizado, permitindo que cada aluno avance em seu próprio ritmo. No entanto, também são apontados riscos relacionados ao uso excessivo de ambientes automatizados, como a redução das interações sociais, especialmente para estudantes que demandam maior mediação pedagógica.

Portanto, a integração da IA no ensino pode transformar a educação, mas essa transformação só será benéfica se acompanhada de uma preparação sólida dos professores e de uma abordagem crítica e ética. O desafio é equilibrar a inovação tecnológica com a preservação de uma educação humanizada, que considere as necessidades dos alunos e os prepare para enfrentar os desafios de um futuro cada vez mais interligado à tecnologia.

2.7 Ética no uso da IA na Educação Matemática

Questões éticas sobre o uso da IA são levantadas há um tempo por agências internacionais. De acordo com Dilhac e Meyran (2018) em um artigo publicado na cartilha da UNESCO, ainda não há consenso sobre como a ética e a moralidade podem ser ensinadas, nem mesmo entre os próprios seres humanos, o que torna ainda mais complexo pensar em como esses princípios poderiam ser aplicados à IA. A organização questiona: mesmo que uma IA fosse programada para agir de forma ética, qual ética deveria ser adotada? A ética dos desenvolvedores, a ética do setor privado ou a ética da sociedade? Considerando que o desenvolvimento de tecnologias de IA é majoritariamente conduzido por empresas privadas.

Essas reflexões, quando trazidas para o contexto da educação, revelam a urgência de uma postura crítica diante do avanço da IA. O uso dessas tecnologias por

professores e estudantes, seja na elaboração de aulas, na produção de atividades ou na busca por respostas imediatas, exige questionar não apenas seu benefício, mas também as implicações éticas e pedagógicas de sua adoção, tornando evidente a dificuldade das instâncias regulatórias em acompanhar sua expansão. A UNESCO (2024) aponta que:

> [...] apesar dos apelos para que se tenha regulamentação, vindos da própria indústria de IA, a elaboração de legislação sobre a criação e o uso de todo o tipo de IA, incluindo a IAGen, frequentemente encontra dificuldades de acompanhar o seu rápido ritmo de desenvolvimento. Isso explica, em parte, os desafios enfrentados por agências nacionais ou locais para compreender e governar as questões legais e éticas. (UNESCO, 2024, p. 14)

Nesse cenário de incertezas, surgem ainda outras preocupações, como aquelas relacionadas aos direitos autorais de produções feitas com o auxílio de IAGen. Azevedo e Santos (2025) destacam que essas discussões têm ganhado espaço justamente pelos riscos que envolvem propriedade intelectual, ética e responsabilidade sobre o conteúdo gerado pelas plataformas, afirmando que:

> Diante de consensos e dissensos, há uma aparente preocupação comum com os riscos relacionados aos direitos autorais, à ética e até, em alguma medida, aos possíveis riscos epistêmicos (como superficialidade e homogeneização de ideias) com o uso indiscriminado das IAGen na produção acadêmica. Surgem também vozes que recomendam abordagens mais normativas e reguladoras como forma de integrar tais tecnologias de forma “responsável". (Azevedo; Santos, 2025, p. 6)

É necessário refletir sobre até que ponto a IA contribui para o desenvolvimento do pensamento autônomo ou, ao contrário, reforça práticas de dependência e reprodução de informações. Mais do que incorporar novas ferramentas, cabe à educação problematizar o papel da IA na formação humana, assegurando que o uso dessas tecnologias esteja orientado por princípios críticos. A UNESCO (2024) também enfatiza o uso da IAGen pode contribuir para o desenvolvimento profissional docente e para a inovação curricular, conforme orienta:

> O uso de plataformas gerais e ferramentas específicas de IAGen para educação deve ser projetado para aprimorar a compreensão dos professores sobre sua disciplina, bem como seu conhecimento em metodologias de ensino, inclusive por meio da criação conjunta, por parte de professores e da IAGen, de planos de aula, conjuntos de disciplinas e cursos, ou de um currículo inteiro. (UNESCO, 2024, p. 31)

Nesse sentido, a utilização da IAGen no planejamento não se limita à automatização de tarefas, mas implica uma atuação colaborativa que pode contribuir para o desenvolvimento docente.

As ferramentas de IAGen voltadas para a educação podem favorecer processos de criação de planos de aula e sequências didáticas. Nesse sentido, a IA deixa de ser apenas um recurso e passa a integrar um ambiente de construção, no qual professores e tecnologias trabalham juntos em planejamentos pedagógicos.

Diante disso, torna-se necessário observar que a ética no uso da IA na Educação Matemática ultrapassa a utilização de ferramentas tecnológicas. Trata-se de compreender criticamente seus impactos pedagógicos, sociais e formativos, considerando tanto os limites das regulamentações quanto os desafios relacionados à autonomia e à formação integral dos estudantes. Assim, a integração da IA deve ser guiada por princípios que assegurem responsabilidade, transparência e compromisso com o desenvolvimento humano. Portanto, reconhecer que a IA, embora ofereça possibilidades de uso, demanda uma atuação docente consciente e reflexiva, capaz de transformar seu uso em um instrumento que fortaleça práticas educativas emancipadoras e alinhadas aos valores coletivos da sociedade.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, será apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo a caracterização, tipo de estudo, instrumentos de produção de dados, método de análise de dados, contexto e participantes da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

Embora a pesquisa possua dados quantitativos, ela não se caracteriza como uma pesquisa quantitativa, pois os dados numéricos obtidos e apresentados são provenientes do questionário utilizado como instrumento de coleta de dados. Sendo assim, a pesquisa é de natureza qualitativa, buscando compreender a perspectiva dos professores de Matemática de diferentes regiões do Brasil utilizam a IA em seus planejamentos de aula, bem como mapear os desafios por eles relatados.

Bogdan e Biklen (1991) *apud* Garnica (2001, p.39), citam quatro características de uma pesquisa desenvolvida com abordagem qualitativa:

> (i) ter o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; (ii) coletar dados predominantemente descritivos; (iii) ter maior atenção ao processo que com o produto; (iv) o processo de análise tende a ser indutivo, sendo que 'os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações formam-se ou se consolidam, basicamente, a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima.

Para Rossman e Rallis (1998) *apud* Creswell (2007), a pesquisa qualitativa caracteriza-se pelo uso de múltiplos métodos que são interativos e humanísticos, com um crescente envolvimento ativo dos participantes e uma maior sensibilidade em relação a eles.

Os pesquisadores buscam criar um ambiente de harmonia e credibilidade, minimizando a interferência no contexto estudado. Com isso, além dos métodos tradicionais de coleta de dados, como observações, entrevistas e análise de documentos, novos materiais como sons, e-mails e fotos também foram incorporados ao processo, ampliando o leque de recursos disponíveis.

Creswell (2007) afirma que:

> O plano para um procedimento qualitativo deve terminar com alguns comentários sobre a narrativa que surge da análise de dados. Muitas variedades de narrativas e

> exemplos de periódicos acadêmicos ilustram os modelos. No plano para um estudo, considere apresentar vários pontos sobre a narrativa. (Creswell, 2007, p. 201).

Dessa forma, o planejamento de um estudo qualitativo deve sempre considerar como essas narrativas serão desenvolvidas e apresentadas, assegurando que elas captem a complexidade e a autenticidade do estudo investigado. No contexto deste trabalho, as narrativas serão construídas a partir das experiências relatadas entre os professores e a tecnologia educacional utilizada, refletindo as diferentes percepções e experiências em relação ao uso da IA no ensino de Matemática. A abordagem qualitativa será essencial para entender o impacto dessas ferramentas no processo de aprendizagem.

3.2 Tipo de estudo

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de compreender como professores de Matemática vêm utilizando a IA em sala de aula, com foco nos desafios enfrentados e nas estratégias de implementação adotadas. Considerando que se trata de um fenômeno ainda recente no contexto educacional, o estudo é caracterizado como uma pesquisa exploratória.

Conforme destacam Selltiz *et al.* (1967, p. 63 *apud* Gil, 2002, p. 41), as pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou possibilitando a constituição de hipóteses. Seu planejamento é flexível, permitindo a consideração de variados aspectos relativos ao fenômeno estudado. Na maioria dos casos, envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que possuem experiência prática com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Nessa perspectiva, a pesquisa foi desenvolvida por meio de aplicação de questionário a professores de Matemática e realização de entrevistas com docentes que declararam utilizar IA em suas práticas pedagógicas. A combinação desses procedimentos metodológicos busca ampliar a compreensão sobre o uso da Inteligência Artificial no ensino, identificando tendências, desafios e estratégias relatadas pelos participantes.

Assim, a pesquisa exploratória mostra-se adequada ao propósito de aprofundar a compreensão de um campo ainda em consolidação, contribuindo para a explicitação do problema investigado e para a construção de reflexões que possam subsidiar estudos posteriores sobre a temática.

3.3 Processos e instrumentos de produção de dados

Diversos instrumentos podem ser utilizados para a coleta de dados em pesquisas qualitativas, como questionários, entrevistas e observações. Neste estudo, a primeira fase de coleta de dados foi realizada por meio de um questionário online (Apêndice A). No questionário disponibilizado para os professores, foi incluído o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B), em que os participantes poderiam aceitar voluntariamente participar da pesquisa.

Enquanto a segunda fase consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas (Apêndice C) com docentes que responderam ao questionário e concordaram em participar dessa etapa adicional da pesquisa.

3.3.1 Questionário

Gerhardt e Silveira (2009) ressaltam que o questionário constitui um dos instrumentos mais utilizados em pesquisas, por ser formado por um conjunto organizado de perguntas que os participantes respondem por escrito, sem a presença do pesquisador. Segundo as autoras, esse recurso permite levantar uma variedade de informações, como opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e experiências vivenciadas pelos respondentes. Elas enfatizam, ainda, que a clareza na formulação das perguntas é essencial para que o respondente compreenda plenamente o que está sendo solicitado. As autoras explicam que aspectos como o tipo de perguntas, sua ordem, a forma de agrupamento e a própria formulação devem considerar elementos relacionados à percepção, estereótipos e comportamentos dos respondentes. Os questionários são classificados em três tipos de questões: fechadas, abertas e mistas.

O questionário desta pesquisa constituiu-se de perguntas mistas, a qual buscamos identificar o perfil dos participantes, assim como suas formações e experiências profissionais, incluindo participação em cursos de TDIC, o uso e familiaridade com IA no ensino de Matemática, expectativas sobre IA na educação, relação entre IA e o modelo TPACK no planejamento e produção de materiais didáticos.

Assim permitiu coletar tanto dados objetivos, provenientes das questões fechadas, quanto percepções mais detalhadas sobre os planejamentos de aulas, obtidas por meio das questões abertas, ampliando os dados coletados.

3.3.2 Entrevistas

Na segunda etapa foram conduzidas entrevistas gravadas e semiestruturadas com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre como os docentes integram a IA em suas práticas pedagógicas e quais são os desafios e percepções envolvidos.

Voldman (1996) *apud* Garnica (2001, p. 46), afirma sobre as entrevistas que:

> Relatos de vida, entrevistas e depoimentos supõem um mesmo estilo de pesquisa e de método. /.../ Definiremos o testemunho oral como um depoimento, solicitado por profissionais da história, historiadores ou arquivistas, visando a prestar contas, a uma posteridade mediada pela técnica histórica, da ação da testemunha, tomando-se a palavra 'ação' num sentido muito amplo que engloba o fato, o acontecimento, o sentimento e a opinião, o comentário e a lembrança do passado. /.../ o testemunho é todo discurso que se enuncia como tal e se submete ao julgamento da história. /.../ Assim, o testemunho oral será um elemento no qual se apoia a escrita da história e que, como tal, está sujeito a verificação.

Garnica (2001) ainda diz que a discussão sobre o papel do pesquisador é essencial para fundamentar as etapas de coleta de dados, que envolvem definir os limites do estudo, reunir informações por meio de observações, entrevistas, documentos e materiais visuais, além de estabelecer protocolos adequados para o registro das informações coletadas.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), as entrevistas semiestruturadas caracterizam como:

> O pesquisador organiza um conjunto de questões (roteiro) sobre o tema que está sendo estudado, mas permite, e às vezes até incentiva, que o entrevistado fale livremente sobre assuntos que vão surgindo como desdobramento do tema principal. (Gerhardt; Silveira, 2009, p. 74)

A escolha das entrevistas semiestruturadas e uso de questionários se justifica pela necessidade de captar, de maneira detalhada e flexível, as percepções e experiências dos professores de Matemática que utilizam IA, complementando os dados obtidos pelo questionário inicial e oferecendo uma análise mais contextualizada.

Ao todo, doze professores aceitaram participar da segunda fase da pesquisa; contudo, apenas três responderam ao convite para a entrevista. Dessa forma, foram entrevistados participantes das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. As entrevistas foram realizadas por meio das plataformas Google Meet® e Microsoft Teams®.

3.4 Contexto da pesquisa

O avanço da IA tem impactado diversas áreas do conhecimento, incluindo a educação. No entanto, esse avanço também traz desafios importantes, como a necessidade de adaptação pedagógica, a formação adequada dos docentes para o uso dessas tecnologias e a gestão das implicações éticas e sociais associadas à utilização da IA no contexto escolar.

Neste cenário, compreender como os professores de Matemática estão integrando a IA em suas práticas pedagógicas torna-se fundamental para a construção de estratégias educacionais em tempos atuais. Essa compreensão não só auxilia no mapeamento dos benefícios potenciais e limitações do uso da IA na educação, mas também oferece uma visão sobre alguns desafios enfrentados pelos professores no Brasil.

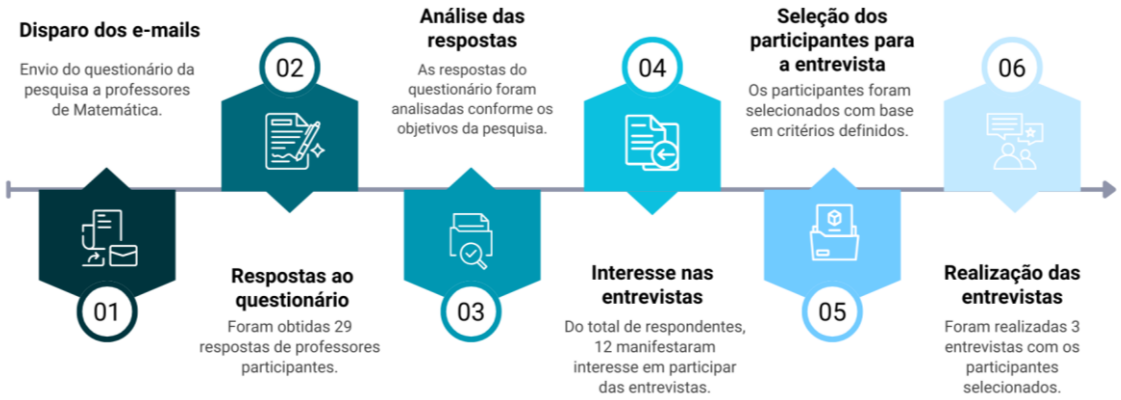
A pesquisa proposta se insere neste contexto, com o objetivo de investigar as práticas e percepções de professores de Matemática em relação ao uso da IA em sala de aula, bem como os desafios que encontram ao implementar essas tecnologias.

3.5 Participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada com professores de Matemática do Ensino Básico de diversas regiões do Brasil, por meio do grupo ProfsMat, que reúne docentes de todo o país. Ao todo, participaram 29 professores que responderam ao questionário online disponibilizado neste grupo. Desses, 12 se disponibilizaram a participar da etapa seguinte da pesquisa, que foi composta por entrevistas semiestruturadas. A intenção era entrevistar um docente em cada região do país; para isso, realizou-se um sorteio entre os participantes disponíveis, considerando essa distribuição. No entanto, o docente sorteado da região Norte optou por não participar da etapa seguinte da pesquisa. Por conseguinte, os docentes sorteados da região Nordeste não responderam ao convite encaminhado por e-mail. Assim, a etapa de entrevistas foi realizada com três participantes, das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Com o objetivo de sistematizar as etapas metodológicas da pesquisa, foi elaborado um esquema representativo do percurso investigativo, desde o envio dos questionários até a realização das entrevistas. A Figura 7 apresenta, de forma sintética, esse processo, evidenciando o fluxo de participação dos professores e os critérios adotados para a seleção dos participantes da segunda fase do estudo.

Figura 7 – Etapas do percurso metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A escolha dessa amostra ocorreu em função da ampla representatividade do ProfsMat, que possibilita o acesso a profissionais de diferentes redes públicas e contextos educacionais no Brasil.

Em seguida, apresenta-se um breve perfil (quadro 3) dos participantes do estudo para melhor entender a realidade em que cada professor.

Quadro 3 - Perfil dos participantes do estudo

Código	Idade	Gênero	Tempo de atuação	Municipio/Estado
P1	Entre 31 a 50 anos	Masculino	15 anos	Uruburetama - CE
P2	Entre 31 a 50 anos	Masculino	26 anos	Porto Alegre - RS
P3	Entre 51 a 60 anos	Masculino	22 anos	Salvador - BA
P4	Entre 18 a 30 anos	Masculino	2 anos	Alvorada - RS
P5	Entre 31 a 50 anos	Feminino	12 anos	Caxias do Sul - RS
P6	Entre 31 a 50 anos	Masculino	18 anos	Tapiramutá - BA
P7	Entre 31 a 50 anos	Feminino	25 anos	Júlio de Castilhos - RS
P8	Entre 51 a 60 anos	Masculino	7 meses	Águas Lindas de Goiás - GO
P9	Entre 31 a 50 anos	Masculino	11 anos	Porto Alegre - RS.
P10	Entre 31 a 50 anos	Feminino	15 anos	Formiga - MG
P11	Entre 51 a 60 anos	Masculino	20 anos	Miguel Pereira - RJ
P12	Entre 51 a 60 anos	Masculino	19 anos	Canoas - RS
P13	Entre 31 a 50 anos	Masculino	15 anos	Betim - MG
P14	Entre 31 a 50 anos	Masculino	13 anos	Parintins - AM

P15	Entre 18 a 30 anos	Feminino	1 ano	Viamão - RS
P16	Entre 31 a 50 anos	Masculino	10 anos	Porto Alegre - RS
P17	Entre 31 a 50 anos	Masculino	23 anos	São Paulo - SP
P18	Entre 51 a 60 anos	Feminino	25 anos	Cruz das Almas - BA
P19	Entre 31 a 50 anos	Feminino	20 anos	Rio de Janeiro - RJ
P20	Entre 31 a 50 anos	Feminino	18 anos	Curitiba - PR
P21	Entre 31 a 50 anos	Masculino	5 anos	Contagem - MG
P22	Entre 31 a 50 anos	Masculino	19 anos	Porto Alegre - RS
P23	Entre 31 a 50 anos	Masculino	25 anos	Teresina - PI
P24	Entre 31 a 50 anos	Feminino	13 anos	Brasília - DF
P25	Entre 31 a 50 anos	Masculino	6 anos	Grajaú - MA
P26	Entre 31 a 50 anos	Feminino	10 anos	Rio Claro - SP
P27	Entre 51 a 60 anos	Masculino	12 anos	Cabo Frio - RJ
P28	Entre 31 a 50 anos	Feminino	13 anos	Camaçari - BA
P29	Entre 31 a 50 anos	Masculino	10 anos	Valença - BA

3.6 Método de análise dos dados

O método escolhido para a análise dos dados para este estudo foi a Análise Textual Discursiva (ATD). Essa abordagem é amplamente empregada, pois combina elementos de duas metodologias na pesquisa qualitativa: a análise de conteúdo e a análise do discurso. A ATD, inserida no movimento da pesquisa qualitativa, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, a reconstrução de conhecimentos existentes sobre os temas investigados. (MORAES; GALIAZZI, 2016)

Moraes e Galiazzi (2016) afirmam que:

> O ciclo da Análise Textual Discursiva aqui focalizado é um exercício de produzir e expressar sentidos. Os textos são assumidos como significantes em relação aos quais é possível exprimir sentidos simbólicos. Pretende-se, assim, construir compreensões a partir de um conjunto de textos, analisando-os e expressando a partir da análise os sentidos e significados possíveis. Os resultados obtidos dependem tanto dos autores dos textos quanto do pesquisador. (Moraes; Galiazzi, 2016, p. 36).

A ATD, oferece um caminho para a interpretação dos textos que não se limita à descrição dos dados, mas sim, busca construir novos entendimentos e reflexões a partir da interação entre o pesquisador e o material analisado. Nesse processo, os resultados da análise

são sistematizados por meio de metatextos, os quais articulam as falas dos participantes, compreendidas como unidades de sentido, como também às reflexões do pesquisador, fundamentadas no referencial teórico adotado. Assim, os metatextos assumem um papel central na análise, pois constituem espaços de descrição e interpretação que possibilitam a teorização sobre os fenômenos investigados, exigindo que o pesquisador assuma a autoria de seus argumentos e compreensões construídas ao longo do processo analítico (Moraes; Galiazzi, 2016).

Dessa forma, a ATD permite que o pesquisador vá além da superfície dos textos, possibilitando uma compreensão e crítica dos estudos. Moraes e Galiazzi (2016), ressaltam que:

> Análise de Conteúdo, Análise de Discurso e Análise Textual Discursiva são metodologias que se encontram num único domínio, a análise textual; mesmo que possam ser examinadas a partir de um eixo comum de características, também apresentam diferenças, sendo estas geralmente mais em grau ou intensidade de suas características do que em qualidade. A Análise Textual Discursiva assume pressupostos que a localizam entre os extremos da AC e AD. (Moraes; Galiazzi, 2016, p.162).

Além disso, há diferentes métodos para a criação de categorias, incluindo os métodos dedutivo, indutivo e intuitivo. No método dedutivo, as categorias são estabelecidas pelo pesquisador antes do processo de análise, sendo chamadas de categorias *a priori.* Conforme apontam Moraes e Galliazi (2016), essas categorias já são conhecidas e baseiam-se em teorias que fundamentam a pesquisa. No método indutivo, por outro lado, as categorias acontecem diretamente do corpus da pesquisa. Diferente do método dedutivo, o pesquisador, neste caso, desenvolve as categorias a partir do material coletado, visando atender aos objetivos da investigação, sendo chamadas de categorias *a posteriori*. Nesse contexto, as categorias são denominadas emergentes (Moraes; Galiazzi, 2016).

Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto, um modo de teorização sobre os fenômenos investigados. A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência do fato de o pesquisador assumir-se autor de seus argumentos.

No método intuitivo, assim como no indutivo, as categorias também emergem do corpus. No entanto, esse processo é mais complexo, exigindo um envolvimento profundo do pesquisador com os dados. Moraes e Galiazzi (2016) ressaltam que a construção de categorias através da intuição requer um processo de auto-organização, onde uma nova ordem surge a partir de um conjunto complexo de elementos iniciais.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007 *apud* Sousa e Galiazzi, 2017) destacam que a análise e a categorização envolvem um aprendizado contínuo sobre os fenômenos investigados, sendo necessário que as novas compreensões sejam expressas e comunicadas à medida que as aprendizagens se concretizam. O processo de categorização revela-se desafiador e complexo, como descrevem Moraes e Galiazzi (2007):

> A categorização é um processo exigente e que requer esforço e envolvimento. Além de um retorno constante às informações, também requer uma atenção permanente aos objetivos e metas da pesquisa. Entretanto, uma das maiores dificuldades que o processo apresenta é a necessidade de conviver com a insegurança de um processo criativo, saber lidar com as incertezas da expectativa da emergência de novos modos de compreensão dos fenômenos investigados. Os resultados da auto-organização não têm tempo certo para se manifestarem, o que causa apreensão e angústia com as quais os pesquisadores precisam saber lidar. (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 78 *apud* Souza; Galiazzi, 2017, p. 533).

Essa complexidade, no entanto, é de natureza criativa e reflexiva da pesquisa qualitativa, em busca de compreender fenômenos de maneira ampla e contextualizada. A necessidade de conviver com a insegurança e as incertezas, como destacado pelos autores, reflete a importância de adotar uma postura flexível e aberta ao inesperado, permitindo que novas compreensões surjam ao longo do processo.

Nesta pesquisa, a análise será conduzida com base na categoria *a posteriori* nas análises do questionário e *a priori* nas análises das entrevistas, considerando as experiências e práticas dos professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio durante o período analisado. O modelo TPACK será utilizado como referencial teórico, auxiliando a construção das análises e permitindo uma compreensão detalhada de como o conhecimento dos professores em tecnologia, pedagogia e conteúdo se articula na prática educacional.

Nos questionários, as respostas dos professores serão organizadas e interpretadas à luz dos elementos do TPACK, o que permitirá observar os três conhecimentos e uso das tecnologias digitais no ensino de matemática. Serão explorados aspectos específicos, como o Conhecimento Tecnológico, no qual será identificado o nível de familiaridade e competência dos professores no uso de ferramentas digitais, buscando compreender como esses elementos tecnológicos estão presentes e em que grau são dominados nas práticas cotidianas dos professores; o Conhecimento Pedagógico, que abrange as abordagens e métodos pedagógicos adotados pelos professores e sua relação com o uso das tecnologias, no intuito de adaptar os recursos digitais para melhor atender às necessidades dos estudantes; e o Conhecimento de Conteúdo, em que

será analisada a profundidade e precisão do conteúdo matemático ensinado e se é adaptado para a aplicação de tecnologias no contexto educacional.

Nas entrevistas, o modelo TPACK servirá para aprofundar a análise qualitativa das percepções dos professores e de como eles articulam esses conhecimentos no dia a dia da prática docente. Por meio do TPACK, será possível investigar com maior detalhamento aspectos como a integração tecnológica nas aulas, analisando como os professores utilizam tecnologias para enriquecer a experiência dos alunos e evidenciando o Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo em sua totalidade; as dificuldades e desafios relatados pelos professores ao tentarem incorporar tecnologias nas aulas de matemática, especialmente em contextos onde há recursos limitados ou as barreiras dentro das escolas.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados provenientes do questionário e das entrevistas realizadas com professores de Matemática participantes da pesquisa. A análise do questionário possibilita traçar um panorama geral das vivências, percepções e práticas docentes relacionadas ao uso das tecnologias digitais e da IA, considerando professores que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, em diferentes estados brasileiros.

As entrevistas, por sua vez, permitem aprofundar e complementar os dados obtidos por meio do questionário, possibilitando uma compreensão mais detalhada das experiências, estratégias, sentidos atribuídos ao uso da IA e dos desafios enfrentados pelos docentes em seus planejamentos de aula. Dessa forma, a análise conjunta desses instrumentos contribui para uma leitura mais ampla e consistente do fenômeno investigado.

A análise dos dados do questionário está organizada em três subseções: (i) caracterização do docente; (ii) formação e experiências com o uso da IA; e (iii) uso da IA no planejamento e na produção de materiais didáticos. No decorrer da pesquisa, as subseções *"formação e experiências com o uso da IA"* e *"uso da IA no planejamento e na produção de materiais didáticos"* deram origem a categorias construídas a posteriori, à luz da ATD.

A análise das entrevistas teve como objetivo aprofundar os resultados do questionário. Diferentemente deste, as entrevistas foram analisadas a partir de categorias definidas *a priori*, fundamentadas no modelo TPACK, permitindo examinar de forma direcionada as articulações entre CK, PK e TK nos planejamentos de aula. As entrevistas foram transcritas e analisadas segundo os procedimentos da ATD, orientados pelas categorias previamente estabelecidas.

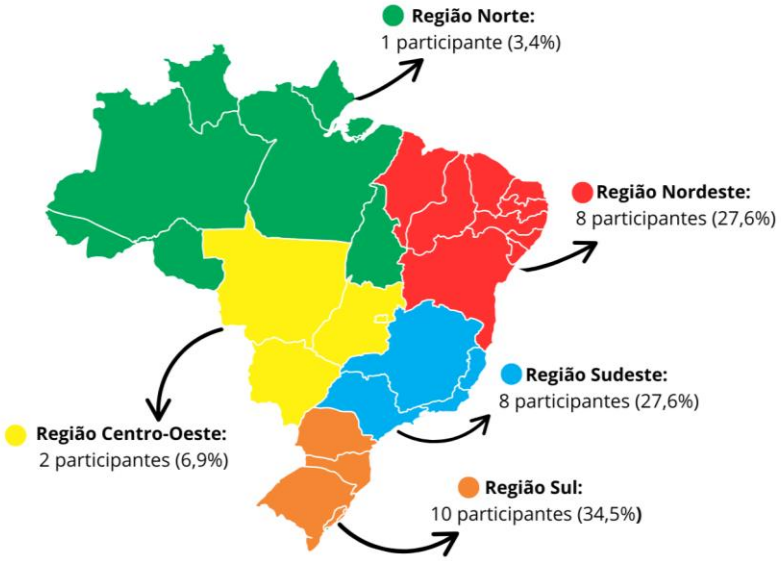
4.1 Resultados do questionário

Os docentes foram convidados a participar por meio do grupo ProfsMat, uma rede de troca de e-mails entre professores de Matemática de todo o país, fundada pelo Professor Doutor Leo Akio Yokoyama. O questionário, disponibilizado online via e-mail, foi respondido por profissionais que atuam em contextos diversos, abrangendo tanto a rede estadual quanto a municipal de ensino.

4.1.1 Caracterização dos Docentes

A pesquisa contou com a participação de 29 professores de Matemática do Ensino Básico, atuantes em diferentes regiões do Brasil. Os participantes representaram todas as cinco regiões brasileiras. A Região Sul contou com o maior número de respondentes, totalizando 10 professores (34,5%). As Regiões Nordeste e Sudeste registraram, cada uma, 8 participantes (27,6%). Já a Região Centro-Oeste foi representada por 2 professores (6,9%) e a Região Norte foi representada por 1 professor (3,4%) como representado na figura 8.

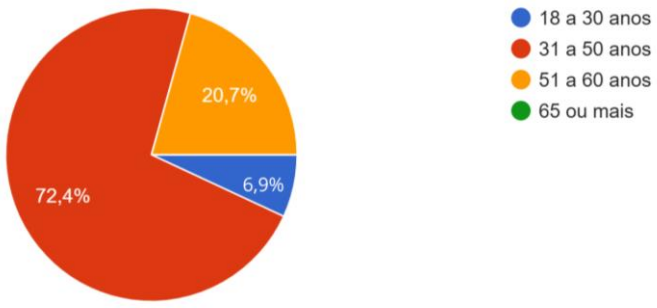
Figura 8 - Mapa do Brasil com origem dos participantes do questionário.



Fonte: autora (2025)

Esses participantes da pesquisa possuíam idade acima de 18 anos, sendo 6,9% (18 a 30 anos), 72,4% (31 a 50 anos) e 20,7% (51 a 60 anos), como demonstra a figura 9.

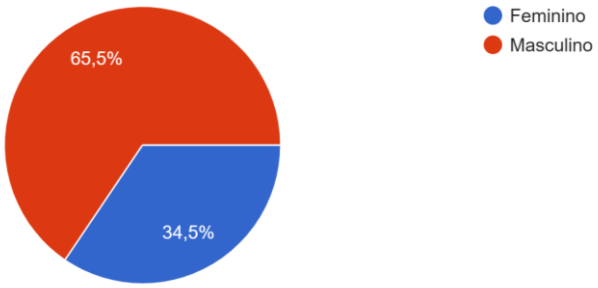
Figura 9 - Idade dos participantes



Fonte: autora (2025)

Dos 29 docentes, dezenove se identificaram como do gênero masculino (65,5%) e dez como do gênero feminino (34,5%), como se pode verificar na figura 10.

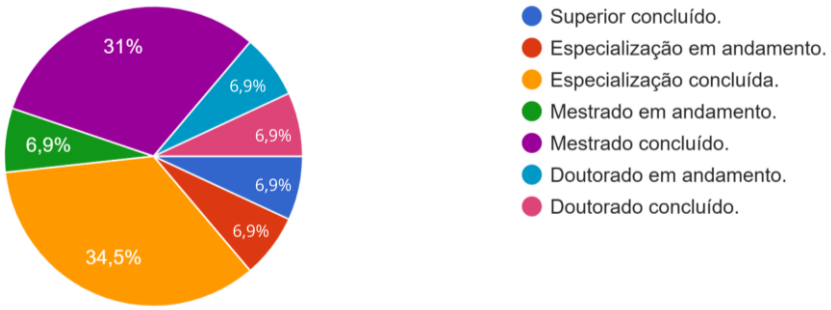
Figura 10 - Gênero dos participantes



Fonte: autora (2025)

A respeito dos docentes participantes do questionário, pode-se observar, na figura 11, que dois concluíram o doutorado (6,9%), dois estão com o doutorado em andamento (6,9%), nove concluíram o mestrado (31%), dois com mestrado em andamento (6,9%), dez com especialização concluída (34,5%), dois com a especialização em andamento (6,9%).

Figura 11 - Escolaridade dos docentes



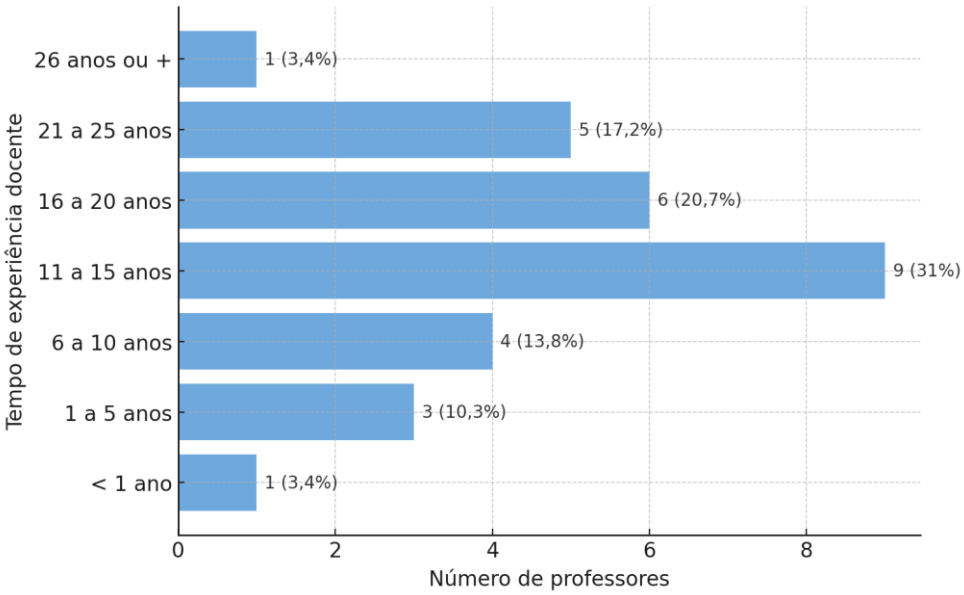
Fonte: autora (2025)

A Figura 12 apresenta os dados referentes ao tempo de atuação na docência dos participantes da pesquisa. A maioria dos respondentes possui uma longa trajetória na área educacional. O grupo mais numeroso é o dos docentes com 11 a 15 anos de experiência, representando 31% do total (9 participantes). Em seguida, os professores com 16 a 20 anos de

atuação correspondem a 20,7% (6 participantes), e os com 21 a 25 anos somam 17,2% (5 participantes).

Também se destacam os docentes com 6 a 10 anos de atuação, que representam 13,8% (4 respondentes), e aqueles com 1 a 5 anos, com 10,3% (3 participantes). Por fim, há dois extremos de tempo de carreira: um participante possui menos de 1 ano de docência (3,4%) e outro possui 26 anos ou mais de atuação, também representando 3,4%.

Figura 12 - Tempo de magistério



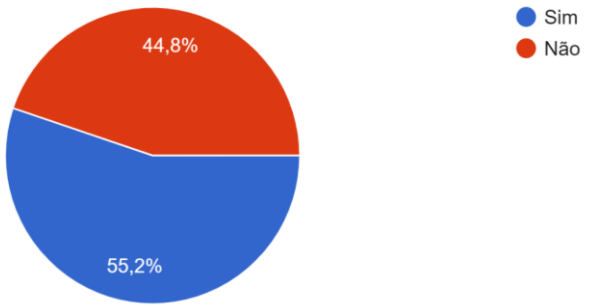
Fonte: autora (2025)

Com base nos dados apresentados, nota-se que a maioria dos participantes possui experiência docente e continuidade na formação acadêmica, onde a maioria com especializações e mestrados concluídos. Além disso, a diversidade regional, etária e de gênero dos participantes proporciona uma visão diversificada da realidade educacional brasileira, enriquecendo a análise dos dados e fortalecendo a relevância das contribuições obtidas nesta pesquisa. As informações fornecidas pelos(as) participantes foram organizadas e passaram por revisão ortográfica, de modo a preservar a clareza e a fidelidade ao sentido original das respostas. A seguir, serão apresentadas as categorias definidas para a análise dos dados, construídas a partir das falas dos(as) docentes e alinhadas aos objetivos desta pesquisa.

4.1.2 Categoria 1: Formação e experiências com uso de IA

Os relatos dos professores revelam diferentes trajetórias de formação e experiências com o uso de TDIC, especialmente a IA, no ensino de Matemática. Quando perguntado para os docentes: *"Você já participou de algum curso ou formação voltada para o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino? Se sim, por favor, descreva brevemente o conteúdo do curso e como ele influenciou sua prática pedagógica.",* 44,8% dos participantes não participaram de cursos ou formações voltadas ao uso das TDIC, enquanto 55,2% afirmaram ter vivenciado esse tipo de capacitação como indicado na figura 13.

Figura 13 - Participação de algum curso ou formação voltada para o uso de TDIC.



Fonte: autora (2025)

Dentre os que participaram, muitos relataram formações obtidas durante a graduação, no mestrado ou por meio de cursos promovidos por instituições como ACM[13], IFBA[14] e UFAM[15]. Os cursos abordaram desde a história da matemática e perspectivas científicas até o uso de softwares como GeoGebra, Desmos, Winplot, Cabri Géomètre, Modellus, entre outros, além de recursos como gravação de áudio e vídeo. Os professores que tiveram esse contato afirmam que as tecnologias contribuíram para tornar o ensino mais visual e dinâmico, com destaque para o uso do GeoGebra na exploração de funções, geometria e visualização 3D. Destacam-se as falas de **P1, P12**, **P14, P16, P17** e **P24**:

[13] Academia Cearense de Matemática
[14] Instituto Federal da Bahia
[15] Universidade Federal do Amazonas

Tabela 5 - Falas de professores que participaram de algum curso ou formação voltada para o uso de TDIC.

Professor	**Trecho**
P1	Curso Fornecido pela ACM, Evolução Histórica da Matemática e Educação Matemática, Perspectivas Científicas da Educação Matemática, Enfoques Experimentais e Tecnologias Digitais, Aplicações e Projetos: Integração de Matemática e Tecnologias na Sala de Aula, Exemplos de Aplicações e Projetos na Educação Matemática com Tecnologias Digitais.
P12	Uso de softwares educativos (Winplot, Geogebra, Cabri Géomètre, Modellus, Grafequation, etc) e uso de recursos de gravação de áudio e vídeo. Utilizo atualmente o Geogebra para tornar mais visual os desenhos e os conceitos trabalhados. Os recursos de movimento de pontos, por exemplo, facilitam o entendimento de variação entre quantidades que se relacionam por uma função ou equação. Facilita e qualifica a visualização 3D. Quanto aos recursos de áudio e vídeo, a partir da pandemia, permitiu disponibilizar materiais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, de modo que os alunos possam ter mais um recurso para estar em contato com os conteúdos trabalhados durante as aulas presenciais.
P14	Fiz um curso promovido pelo departamento de Matemática da UFAM sobre o programa Geogebra. Influenciou bastante minha prática de sala de aula pois sempre que há necessidade de resolução de problemas que envolvam geometria plana, analítica, trigonometria, funções, uso o programa para demonstrar alguma propriedade matemática ou para visualizar o comportamento de algo interessante, uso o programa através da projeção do datashow. Já tentei usar oficinas usando o app no celular dos alunos, mas pela quantidade de alunos (na média, sempre entre 30 e 40 alunos) percebi que apesar de os alunos terem gostado e aula ter sido interessante, não consegui atender a todos e tirar todas as dúvidas quanto ao uso das ferramentas do aplicativo.
P16	No mestrado tive um curso de uso de tecnologia no ensino de matemática e ele me fez pensar nesse uso não somente como ferramenta de auxílio mas em formas de transformar a matemática por meio dessa tecnologia, fazer coisas que sem ela não seriam possíveis. Hoje infelizmente não influencia muito minha prática.
P17	Cursei mestrado e tive a disciplina de TICs que me agregou muito no tocante ao uso de novas tecnologias no ensino da matemática. Utilizo aplicativos de geometria, de cálculos e para o gerenciamento das aulas.
P24	O uso de recursos didáticos como Phet Colorado, Matific, Mathgon e Symbolab, Matlab e Geogebra. Ajudam na consolidação dos tópicos matemáticos.

Fonte: Produzida pela autora.

No entanto, também foram apontadas dificuldades estruturais no ambiente escolar, que nem sempre permitem aplicar os conhecimentos construídos nas formações. Como no caso relatado pelo **P3**:

Tabela 6 - Fala de professor sobre não ter estrutura no ambiente escolar.

Professor	Trecho
P3	Uso da IA em Análise de Dados, não houve influência pois não apliquei o que aprendi por não ter estrutura no ambiente escolar.

Fonte: Produzida pela autora.

As respostas dos docentes evidenciam a presença de ações voltadas ao desenvolvimento do TK, uma das dimensões do modelo TPACK. Cursos promovidos por instituições como ACM, IFBA e UFAM, bem como disciplinas cursadas durante o mestrado, proporcionaram aos participantes contato com diferentes ferramentas tecnológicas. Esse movimento permitiu que muitos professores ampliassem seus repertórios tecnológicos e passassem a explorar essas ferramentas na prática docente, sobretudo na visualização de conceitos matemáticos, como o comportamento de funções, a representação tridimensional e a resolução de problemas geométricos. As falas de **P1**, **P12**, **P14** e **P24** ilustram como o domínio das tecnologias (TK) foi integrado ao conhecimento do conteúdo matemático (CK), evidenciando esforços dos docentes em construir o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK).

Além disso, algumas respostas revelam tentativas de articulação entre os conhecimentos pedagógico, tecnológico e de conteúdo, o que caracteriza o desenvolvimento do TPACK. Os relatos *"Uso de softwares educativos (Winplot, Geogebra, Cabri Géomètre, Modellus, Grafequation, etc) e uso de recursos de gravação de áudio e vídeo. Utilizo atualmente o Geogebra para tornar mais visual os desenhos e os conceitos trabalhados. Os recursos de movimento de pontos, por exemplo, facilitam o entendimento de variação entre quantidades que se relacionam por uma função ou equação. Facilita e qualifica a visualização 3D. Quanto aos recursos de áudio e vídeo, a partir da pandemia, permitiu disponibilizar materiais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, de modo que os alunos possam ter mais um recurso para estar em contato com os conteúdos trabalhados durante as aulas presenciais."* (**P12)** e *"Fiz um curso promovido pelo departamento de Matemática da UFAM sobre o programa Geogebra. Influenciou bastante minha prática de sala de aula pois sempre que há necessidade de resolução de problemas que envolvam geometria plana, analítica, trigonometria, funções, uso o programa para demonstrar alguma propriedade matemática ou para visualizar o comportamento de algo interessante, uso o programa através da projeção do datashow. Já tentei usar oficinas usando o app no celular dos alunos, mas pela quantidade de alunos (na*

média, sempre entre 30 e 40 alunos) percebi que apesar de os alunos terem gostado e aula ter sido interessante, não consegui atender a todos e tirar todas as dúvidas quanto ao uso das ferramentas do aplicativo." (**P14)**, por exemplo, mostram iniciativas de utilizar o GeoGebra de forma didática, com foco em tornar os conceitos mais acessíveis e visuais para os alunos, tanto em atividades presenciais quanto por meio de recursos digitais disponibilizados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

A fala *"No mestrado tive um curso de uso de tecnologia no ensino de matemática e ele me fez pensar nesse uso não somente como ferramenta de auxílio mas em formas de transformar a matemática por meio dessa tecnologia, fazer coisas que sem ela não seriam possíveis. Hoje infelizmente não influencia muito minha prática."* (**P16)** também aponta para uma reflexão mais profunda sobre como a tecnologia pode transformar as práticas de ensino e não apenas atuar como um suporte, o que está em consonância com o que o TPACK propõe ao destacar a necessidade de um planejamento pedagógico intencional que considere as potencialidades da tecnologia para promover aprendizagens. No entanto, as limitações estruturais mencionadas por **P3,** quando disse *"Uso da IA em Análise de Dados, não houve influência pois não apliquei o que aprendi por não ter estrutura no ambiente escolar."*, evidenciam que, mesmo quando há avanços no desenvolvimento do TK, CK e PK, a ausência de infraestrutura adequada pode dificultar a aplicação dos elementos que compõem o TPACK no cotidiano escolar.

Ao apontar cinco abordagens que evidenciam a discrepância entre as visões sobre o uso das tecnologias educacionais e as suas aplicações reais em sala de aula, Harris *et al.* (2009) refere-se uma dessas abordagens aos cursos de tecnologia educacional oferecidos por instituições de formação de professores.

> Instituições de formação de professores - sejam faculdades/universidades ou distritos/regiões trabalhando sozinhos ou em colaboração - oferecem cursos de tecnologia educacional para professores, ministrados online ou presencialmente. Esses cursos podem servir como cursos de recertificação realizados com base em estudantes não classificados ou como elementos de programas de pós-graduação ou de graduação em educação. (Harris *et al*., 2009, p.394, tradução nossa[16]).

Ao oferecer cursos voltados ao uso educativo das tecnologias, seja durante a formação inicial ou continuada, oportuniza-se que os docentes desenvolvam competências necessárias

[16] Teacher education institutions — either colleges/universities or districts/regions working alone or collaboratively — offer educational technology courses to teachers, delivered online or face-to-face. These can serve as recertification courses taken on an unclassified student basis or as elements of graduate or undergraduate programs in education.

para planejar e implementar práticas em sala de aula mediadas por recursos digitais. Podendo reduzir a distância entre as potencialidades das tecnologias e suas aplicações reais em sala de aula.

Em relação ao uso da IA, boa parte dos professores já utilizou essas ferramentas em alguma etapa do processo pedagógico, ainda que predominantemente fora da sala de aula. Por isso, foi dada a seguinte pergunta no questionário: *Você já utilizou ferramentas de Inteligência Artificial (IA) em suas aulas de Matemática?*. Onde 17 docentes responderam apenas "Sim" para o uso de IA em suas aulas e 7 docentes responderam apenas "Não" ao uso. O restante de professores, indicaram qual foi o tipo de uso que fizeram com a IA. O uso mais comum ocorre na preparação de aulas, elaboração de slides, listas de exercícios e planos de ensino. Como nos casos relatados pelos **P8, P12, P14 e P17**:

Tabela 7 - Utilização de ferramentas de IA em suas aulas de Matemática

Professor	**Trecho**
P8	Sim! Mas sempre fazendo as minhas observações e realizando as minhas modificações através de dicotomias didáticas próprias.
P12	Nas aulas não. Apenas para conferir se alguma questão proposta para casa foi ou não resolvida via IA.
P14	Indiretamente. Já pedi sugestões para elaborar planos de aula e principalmente para elaborar questões simples objetivas para formulários ou listas de exercícios.
P17	Já fiz uso de Inteligência Artificial para a elaboração de slides.

Fonte: Produzida pela autora.

As respostas dos docentes indicam que o uso da IA tem se concentrado, em grande parte, nas etapas de planejamento e preparação das atividades pedagógicas, refletindo principalmente o desenvolvimento do TPK dentro do modelo TPACK. Professores em suas falas como, *"Indiretamente. Já pedi sugestões para elaborar planos de aula e principalmente para elaborar questões simples objetivas para formulários ou listas de exercícios."* (**P14)** e **P17** quando disse, *"Já fiz uso de Inteligência Artificial para a elaboração de slides."*, relataram o uso da IA para a elaboração de planos de aula, criação de questões e produção de slides, o que demonstra uma tentativa de articular o conhecimento tecnológico com o pedagógico, buscando ferramentas que possam facilitar o processo de ensino. O relato de **P8** quando disse *"Sim! Mas sempre fazendo as minhas observações e realizando as minhas modificações através de*

dicotomias didáticas próprias.", destaca a realização de adaptações didáticas próprias após o uso de sugestões geradas pela IA, também revela uma preocupação em contextualizar e adequar o conteúdo às necessidades específicas dos alunos, o que evidencia uma interação entre os saberes pedagógicos e tecnológicos.

Por outro lado, o fato de a maior parte dos usos ocorrer fora da sala de aula, como apontado nas respostas de **P12**, quando disse *"Nas aulas não. Apenas para conferir se alguma questão proposta para casa foi ou não resolvida via IA."* e quando **P14** disse *"Indiretamente. Já pedi sugestões para elaborar planos de aula e principalmente para elaborar questões simples objetivas para formulários ou listas de exercícios."*, mostra que ainda há um caminho a ser percorrido para alcançar uma inclusão mais assertiva entre TPACK. A ausência de um uso mais frequente da IA diretamente nas práticas de ensino, podem estar relacionadas a desafios como a falta de formação específica (TK), dúvidas sobre como alinhar as ferramentas de IA aos objetivos de aprendizagem (PK) ou até mesmo à dificuldade em identificar de que forma a IA pode contribuir para o ensino dos conteúdos matemáticos (CK).

Uma questão frequentemente negligenciada nas discussões sobre integração de tecnologias na educação refere-se à necessidade de considerar as especificidades do conhecimento disciplinar, os processos pedagógicos envolvidos e o contexto em que o ensino ocorre, como destacam Harris *et al.* (2009):

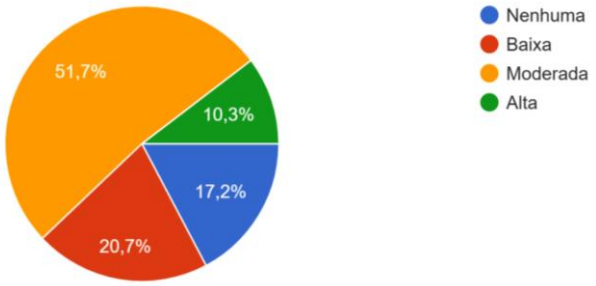
> Abordagens de integração tecnológica que não refletem as diferenças de conhecimento disciplinar, os processos correspondentes para desenvolver esse conhecimento e o papel crítico do contexto, em última análise, têm utilidade e significado limitados, pois ignoram a complexidade total das realidades dinâmicas de ensinar de forma eficaz com tecnologia. Compreender que a introdução de novas tecnologias educacionais no processo de aprendizado muda mais do que as ferramentas utilizadas — e que isso tem profundas implicações para a natureza do aprendizado em áreas de conteúdo, bem como para as abordagens pedagógicas entre as quais os professores podem escolher — é um aspecto importante e muitas vezes negligenciado de muitas abordagens de integração tecnológica utilizadas até agora. (Harris *et al.*, 2009, p.395, tradução nossa[17]).

Com relação ao nível de familiaridade com o uso da IA em práticas pedagógicas, foi perguntado *"Qual o nível de familiaridade que você tem com o uso de IA em práticas*

[17] Technology integration approaches that do not reflect disciplinary knowledge differences, the corresponding processes for developing such knowledge, and the critical role of context ultimately are of limited utility and significance, as they ignore the full complexity of the dynamic realities of teaching effectively with technology. Understanding that introducing new educational technologies into the learning process changes more than the tools used—and that this has deep implications for the nature of content-area learning, as well as the pedagogical approaches among which teachers can select—is an important and often overlooked aspect of many technology integration approaches used to date.

educacionais?", como apresentado na figura 14, nota-se que 51,7% dos professores se consideram com familiaridade moderada, 20,7% com baixa familiaridade, 17,2% afirmam não ter nenhuma familiaridade e 10,3% se consideram com alta familiaridade. Esses dados indicam que a maioria dos docentes já teve algum tipo de contato ou experiência, embora poucos se sintam plenamente confiantes no uso da IA.

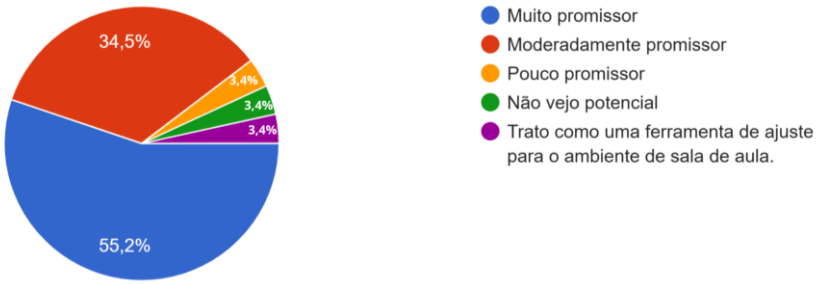
Figura 14 - Nível de familiaridade que você tem com o uso de IA em práticas educacionais



Fonte: autora (2025)

Já a figura 15, ao perguntarmos: *"Sobre a IA nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, como você percebe o uso dela? Explane."* mostra que 55,2% consideram a IA como algo muito promissor, 34,5% como moderadamente promissor, enquanto os demais a enxergam como pouco promissora (3,4%), não veem potencial (3,4% e apenas um docente citou que trata como uma ferramenta de ajuste para o ambiente de sala de aula (3,4%). Isso demonstra um olhar majoritariamente positivo quanto ao potencial da IA, ainda que haja diferentes níveis de compreensão sobre sua aplicabilidade na Educação Matemática.

Figura 15 - Percepção dos professores sobre o uso da Inteligência Artificial nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática.



Fonte: autora (2025)

Apenas alguns relataram experiências diretas com os estudantes utilizando IA. Quanto às percepções sobre o papel da IA no ensino da Matemática, os professores demonstraram reconhecer seu potencial em diversas frentes: resolução de problemas, construção de planos de aula, correção de atividades, criação de materiais, acessibilidade e apoio à aprendizagem personalizada. Muitos destacam que a IA pode auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos, não apenas fornecendo respostas, mas também explicando os passos e raciocínios envolvidos.

Quando perguntados *"Como você percebe que a IA pode fazer parte dos processos de ensino da Matemática, em acordo com as necessidades dos estudantes? Explane."* Os professores percebem que a IA pode atuar como ferramenta de apoio, seja auxiliando na explicação dos passos de resolução, personalizando o ensino conforme as características e necessidades da turma e oferecendo acessibilidade para estudantes com deficiência. Entretanto, alguns docentes demonstram cautela devido à possibilidade de informações imprecisas geradas pela IA. Destacam-se as falas de **P4, P8, P9, P12**, **P14, P16** e **P22**:

Tabela 8 - A IA no processos de ensino da Matemática

Professor	Trecho
P4	Eles podem aprender a usar a IA para explicar dúvidas, pois só a resposta não auxilia no processo de aprendizagem, mas os passos para resolver sim.
P8	Cada sala de aula apresenta uma característica bem definida pelos alunos, sendo assim, crio um banco de dados com informações da turma, tais como questões socioemocionais e faço adaptações em minhas didáticas, aguçando os sentidos de cada aluno, desejos e sentimentos próprios da turma. Sendo assim, a aula passa a ter sentido para cada aluno criando uma conexão mais forte e deixando esses alunos curiosos nas questões levantadas por eles, tais como: vou usar isso para o quê? Desta forma buscam suas próprias respostas através de pesquisas pessoais que refletem em sala de aula.
P9	O maior avanço tem sido em melhorar a acessibilidade para alunos portadores de deficiência, principalmente visual. A IA consegue descrever imagens muito bem e pode ser utilizada em aplicativos que leem telas para os alunos cegos. As IA auxiliam na criação de listas de exercícios e fazem questões similares de provas de ENEM e concursos. O ganho de produtividade é absurdo. Sabendo usar, é uma excelente ferramenta.
P14	Eu vejo que a IA poderia ser usada principalmente como uma espécie de tutor. Onde o aluno, depois de tentar obter respostas sozinho, poderia consultar e acompanhar a resolução de problemas, corrigir o que foi feito, sugerir novas linhas de raciocínio, generalizar resultados ou testar teorias.

P16	Utilizei uma vez e me arrependi porque a inacurácia das informações elaboradas pela IA atrapalharam mais do que auxiliaram. Sinceramente não sei como IA pode fazer parte dos processos de ensino, tenho uma visão hoje bem cética em relação ao tópico.
P22	Como é uma ferramenta cada vez mais presente e acessível, é importante estudar suas potencialidades. No momento, percebo que alguns estudantes utilizam para auxiliar na resolução de exercícios e/ou situações-problema propostos para casa.

Fonte: Produzida pela autora.

Os professores evidenciam tanto potencialidades quanto limites dessa tecnologia. As falas mostram que a IA tem sido compreendida sobretudo como ferramenta de apoio pedagógico. Professores como **P4**, **P14** e **P22** destacam que a IA auxilia na explicação de passos de resolução e no acompanhamento do raciocínio, permitindo ao aluno compreender melhor as estratégias utilizadas na solução de problemas. Esse entendimento demonstra um reconhecimento de que a tecnologia não deve substituir o processo de aprendizagem, mas atuar como suporte, articulando o TK ao PK, configurando um movimento característico do TPK.

Outro aspecto relevante na fala de **P8,** ele diz *"Cada sala de aula apresenta uma característica bem definida pelos alunos, sendo assim, crio um banco de dados com informações da turma, tais como questões socioemocionais e faço adaptações em minhas didáticas, aguçando os sentidos de cada aluno, desejos e sentimentos próprios da turma. Sendo assim, a aula passa a ter sentido para cada aluno criando uma conexão mais forte e deixando esses alunos curiosos nas questões levantadas por eles, tais como: vou usar isso para o quê? Desta forma buscam suas próprias respostas através de pesquisas pessoais que refletem em sala de aula."*, assim ele enfatiza a personalização do ensino por meio da IA, utilizando informações sobre características socioemocionais, interesses e necessidades dos estudantes. Essa perspectiva evidencia uma compreensão sobre como a tecnologia pode ser integrada ao processo pedagógico, articulando não apenas TK e PK, mas também o CK. Ao adaptar materiais com a realidade da turma, o professor mobiliza uma intersecção mais entre tecnologia, conteúdo matemático e pedagogia, aproximando-se do TPACK.

A IA também aparece como ferramenta de acessibilidade, especialmente na fala do professor **P9,** ao dizer *"O maior avanço tem sido em melhorar a acessibilidade para alunos portadores de deficiência, principalmente visual. A IA consegue descrever imagens muito bem e pode ser utilizada em aplicativos que leem telas para os alunos cegos. As IA auxiliam na criação de listas de exercícios e fazem questões similares de provas de ENEM e concursos. O ganho de produtividade é absurdo. Sabendo usar, é uma excelente ferramenta."*, que ressalta a contribuição da tecnologia para estudantes com deficiência visual. Ao citar o uso da IA para

descrição de imagens e criação de exercícios adaptados, podendo assim garantir o acesso aos conteúdos matemáticos. Nesse caso, observa-se uma articulação clara entre TK, PK e CK, pois a ferramenta tecnológica não apenas adapta o conteúdo, como também amplia as possibilidades pedagógicas para atender às necessidades específicas dos estudantes.

Na fala *"Eu vejo que a IA poderia ser usada principalmente como uma espécie de tutor. Onde o aluno, depois de tentar obter respostas sozinho, poderia consultar e acompanhar a resolução de problemas, corrigir o que foi feito, sugerir novas linhas de raciocínio, generalizar resultados ou testar teorias."* **(P14)**, a IA é compreendida como uma forma de tutoria digital complementar, utilizada pelo aluno após tentar resolver problemas de maneira autônoma. Tal perspectiva reforça uma visão pedagógica que valoriza a investigação e o protagonismo do estudante, ao mesmo tempo em que reconhece a função da IA como suporte. Essa compreensão articula os componentes do TPK, demonstrando uma mediação consciente entre tecnologia e estratégias de ensino que estimulam autonomia e raciocínio matemático.

A fala do **P22,** *"Como é uma ferramenta cada vez mais presente e acessível, é importante estudar suas potencialidades. No momento, percebo que alguns estudantes utilizam para auxiliar na resolução de exercícios e/ou situações-problema propostos para casa."*, ao mencionar o uso da IA pelos estudantes para auxiliar na resolução de exercícios e situações-problema, o participante aponta uma articulação entre tecnologia e conteúdo matemático, aproximando-se do TCK. No entanto, observa-se que essa utilização ainda não está explicitamente vinculada a estratégias pedagógicas planejadas pelo docente, o que indica uma integração limitada com o PK e, consequentemente, com o TPACK, sugerindo um uso da tecnologia mais como apoio pontual à aprendizagem do que como elemento estruturante das práticas de ensino de Matemática.

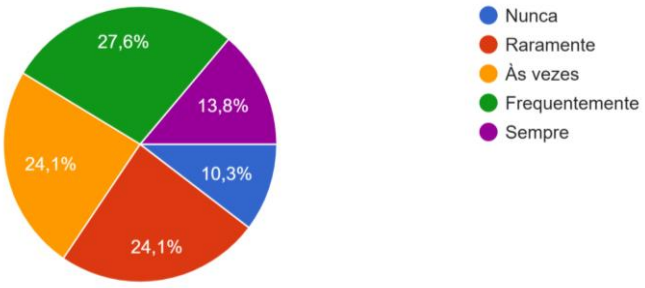
Por outro lado, a percepção de limitações da IA aparece de forma mais contundente na fala de **P16** quando diz, *"Utilizei uma vez e me arrependi porque a inacurácia das informações elaboradas pela IA atrapalharam mais do que auxiliaram. Sinceramente não sei como IA pode fazer parte dos processos de ensino, tenho uma visão hoje bem cética em relação ao tópico."* que relata experiências negativas de informações imprecisas geradas pela tecnologia. Esse relato revela uma visão crítica necessária para o uso da IA destacando que sua integração ao ensino exige validação docente e domínio PK e TK. A dificuldade expressa pelo professor aponta para lacunas no desenvolvimento do TK e, especialmente, do TPK, evidenciando que a mera utilização da tecnologia não garante uma integração ao ensino do conteúdo matemático.

4.1.3 Categoria 2: Uso da IA no planejamento e produção de materiais didáticos

A análise das respostas fornecidas pelos professores revela um panorama complexo sobre o uso da IA no planejamento de aulas e na produção de materiais didáticos, especialmente no ensino de Matemática. É possível identificar uma tensão entre o entusiasmo com as possibilidades que a IA oferece e as precauções necessárias quanto ao seu uso pedagógico responsável. Por isso, foi feita a seguinte pergunta: "*Com que frequência você utiliza IA no planejamento de suas aulas?"*

Observando na figura 16, revela que a maior parte dos docentes já faz uso da IA em alguma medida no processo de planejamento de aulas. Do total, 27,6% afirmam utilizar frequentemente, enquanto 13,8% declaram fazer uso sempre, somando 41,4% de professores com uso recorrente da IA. Além disso, 24,1% utilizam às vezes, indicando um grupo em processo de familiarização ou adaptação. Por outro lado, 24,1% relatam utilizar raramente e 10,3% nunca utilizam.

Figura 16 - Frequência que o professor utiliza IA no planejamento de suas aulas

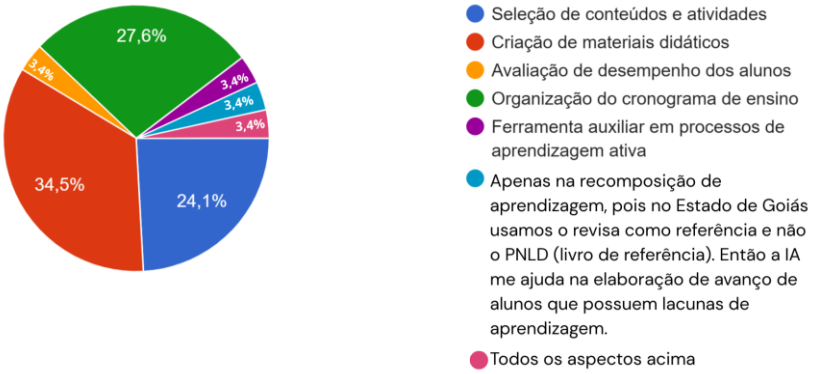


Fonte: autora (2025)

Para a pergunta *"Em quais aspectos do planejamento de aulas você percebe alguma possível utilidade da IA?"*, obtivemos os seguintes resultados, representados na figura 16, onde a principal aplicação da IA no contexto do planejamento docente está voltada para a criação de materiais didáticos, apontada por 34,5% dos professores. Em seguida, a organização do cronograma de ensino (27,6%) e a seleção de conteúdos e atividades (24,1%) também se destacam como áreas em que os docentes identificam contribuições relevantes da IA. Esses resultados indicam que o uso da tecnologia tem se concentrado especialmente em aspectos estruturais e operacionais da prática pedagógica.

Por outro lado, utilizações mais específicas, como apoio à avaliação do desempenho dos alunos ou a processos de aprendizagem ativa, foram pouco mencionadas, representando apenas 3,4% cada. Também com 3,4%, houve o relato de um professor que utiliza a IA na recomposição da aprendizagem de estudantes com defasagens, e outro que percebe potencial da IA em todos os aspectos abordados. De forma geral, os dados sugerem que a apropriação da IA ainda ocorre de maneira pontual, com foco em tarefas mais práticas, o que evidencia a necessidade de ampliar a formação docente para que sua utilização se estenda também a dimensões mais pedagógicas e reflexivas do planejamento escolar.

Figura 17 - Aspectos do planejamento de aulas que é possível utilidade da IA.



Fonte: autora (2025)

No que diz respeito ao impacto da IA na eficácia do planejamento de aulas, muitos docentes reconhecem a ferramenta como um facilitador. Para isso fizemos a seguinte pergunta: "*Como você percebe o impacto do uso de IA na eficácia do planejamento de aulas?"*. Destacam a agilidade, a organização e a variedade de ideias que ela proporciona. Alguns afirmam que a IA torna o planejamento mais fluido, rico e atrativo, otimizando o tempo e permitindo explorar diferentes metodologias e formatos. Destacam-se as falas de **P1, P8, P9, P10, P12**, **P14, P18** e **P24**:

Tabela 9 - Impacto do uso de IA na eficácia do planejamento de aulas

Professor	Trecho
P1	Ajuda muito na administração do tempo de planejamento.
P8	Depende de quem está usando, pois tem que ter um excelente conhecimento do prompt[18] recomendo para fazer bom uso. Caso não tenham o impacto será negativo, mas caso tenham um bom domínio será de grande valia no futuro. Também creio que se tivermos um banco de dados massivo e soubermos usá-lo de forma consciente, iremos dar um salto de pelo menos 50 anos no futuro.
P9	Acredito que o planejamento fica mais fluido e ao revisar os materiais sempre descobrimos algo que por ventura estávamos esquecendo de mencionar. Os exemplos ficam mais ricos e suficientemente genéricos.
P10	Praticidade.
P12	[...] No entanto, dado ao pouco tempo que a maioria dos docentes têm para elaborar seus materiais, pode ser uma ferramenta de apoio, desde que não seja deixada de lado a criticidade dos docentes diante de um material pronto.
P14	Percebo como uma ferramenta para poupar tempo do professor. Tempo esse que poderia ser mais bem utilizado em leituras, pesquisas, etc. Com uma base de informações gigante, eu confio muito nas sugestões dadas pela I.A para planejar aulas que eu certamente demoraria mais tempo para organizar.
P18	Conseguimos elaborar aulas interessantes em pouco tempo, voltada a especificidade de cada curso. Como leciono em curso técnico de nível médio, a IA me auxilia na construção de atividades voltadas para cada curso específico a partir do mesmo conteúdo matemático.
P24	Na otimização do tempo, mas depende do banco de dados da IA utilizada.

Fonte: Produzida pela autora.

As respostas dos docentes destacam que o uso da IA no planejamento de aulas tem potencializado principalmente o desenvolvimento do TPK, pois envolve a articulação entre o domínio de ferramentas tecnológicas e as decisões sobre metodologias de ensino. Relatos como os de **P8**, **P9** e **P14** evidenciam que a IA tem sido utilizada como um recurso que amplia a diversidade de estratégias pedagógicas, facilita a organização do conteúdo e otimiza o tempo dedicado ao planejamento. O reconhecimento da necessidade de domínio de comandos (*prompts*), como mencionado por **P8**, ao dizer, *"Depende de quem está usando, pois tem que*

[18] Um prompt é um texto em linguagem natural que solicita que a IA generativa execute uma tarefa específica. A IA generativa é uma solução de inteligência artificial que cria novos conteúdos, como histórias, conversas, vídeos, imagens e músicas. Ela é alimentada por modelos muito grandes de *machine learning* (ML) que usam as redes neurais profundas que foram pré-treinadas em grandes quantidades de dados .(AMAZON WEB SERVICES, s.d.).

ter um excelente conhecimento do prompt recomendo para fazer bom uso. Caso não tenham o impacto será negativo, mas caso tenham um bom domínio será de grande valia no futuro. Também creio que se tivermos um banco de dados massivo e soubermos usá-lo de forma consciente, iremos dar um salto de pelo menos 50 anos no futuro." também reforça a ideia de que o uso pedagógico da IA exige um conhecimento tecnológico mais aprofundado (TK), articulado à compreensão das práticas de ensino (PK).

Além disso, algumas falas apontam indícios de aproximação com o TPACK, sobretudo quando os docentes relatam que utilizam a IA para adaptar conteúdos matemáticos a contextos específicos de seus alunos, como relatado por **P18** ao planejar atividades voltadas para cursos técnicos. Isso indica que, ao utilizar a IA para personalizar conteúdos de Matemática a diferentes realidades escolares, os professores estão exercitando a integração entre o conhecimento tecnológico, o pedagógico e o do conteúdo (CK), objetivo central do modelo TPACK. O alerta feito por **P12** ao dizer, *"[...] No entanto, dado ao pouco tempo que a maioria dos docentes têm para elaborar seus materiais, pode ser uma ferramenta de apoio, desde que não seja deixada de lado a criticidade dos docentes diante de um material pronto."*, o professor relata sobre a necessidade de manter uma postura crítica diante dos materiais gerados pela IA reforça que, mesmo com o apoio tecnológico, é imprescindível que os docentes mobilizem seus conhecimentos profissionais para validar, adaptar e contextualizar os recursos produzidos.

A IA tem desempenhado um papel importante na otimização do tempo de planejamento, segundo as falas, no que se relaciona diretamente ao desenvolvimento do TPK. O relato tanto do **P1**, quando disse *"Ajuda muito na administração do tempo de planejamento."*, quanto do **P10,** quando também relatou, *"Praticidade."*, por exemplo, destaca a praticidade e a facilidade na administração do tempo, características que apontam para a capacidade dos professores em usar ferramentas tecnológicas no processo pedagógico. Os **P14** e **P18** quando disseram, respectivamente, *"Percebo como uma ferramenta para poupar tempo do professor. Tempo esse que poderia ser mais bem utilizado em leituras, pesquisas, etc. Com uma base de informações gigante, eu confio muito nas sugestões dadas pela I.A para planejar aulas que eu certamente demoraria mais tempo para organizar."* e *"Conseguimos elaborar aulas interessantes em pouco tempo, voltada a especificidade de cada curso. Como leciono em curso técnico de nível médio, a IA me auxilia na construção de atividades voltadas para cada curso específico a partir do mesmo conteúdo matemático."*, vão além ao mencionar que, com a IA, conseguem explorar mais metodologias e adaptar as atividades aos diferentes públicos, como no caso do ensino

técnico, demonstrando uma combinação entre o uso das tecnologias (TK) e o conhecimento das necessidades pedagógicas específicas (PK).

No entanto, o relato de **P24** quando diz, *"Na otimização do tempo, mas depende do banco de dados da IA utilizada.",* destaca a eficácia da IA depende da qualidade do banco de dados da ferramenta utilizada, chama atenção para um aspecto importante do TPACK: o professor precisa ser capaz de avaliar criticamente os recursos tecnológicos que utiliza, compreendendo suas possíveis limitações e potencialidades para o ensino do conteúdo matemático.

Contudo, há ressalvas importantes: alguns professores apontam que a IA, se usada sem criticidade, pode inibir a criatividade docente, gerar materiais genéricos ou conceitualmente equivocados, e até mesmo refletir interesses políticos e econômicos das corporações que a desenvolvem. Destacam-se as falas de **P12** e **P26**:

Tabela 10 - Gerar materiais genéricos.

Professor	**Trecho**
P12	Tenho dúvidas quanto à essa eficácia. Politicamente, questiono quais as intencionalidades estarão por trás de um material elaborado por um algoritmo desenvolvido por empresas gigantes que têm diversos interesses políticos e econômicos neoliberais (e até extremistas) como objetivo principal. Quanto aos docentes, temo que deixem a criticidade e a criatividade em segundo plano ao utilizar os materiais desenvolvidos pelos algoritmos.[...]
P26	Como algo que deve se usar com cautela, pois inibe também a nossa capacidade de sermos criativos e ativos, pelo fato da IA fazer quase tudo por nós.

Fonte: Produzida pela autora.

Ou seja, embora seja vista como uma aliada, a IA também pode gerar preocupações éticas e pedagógicas.

Por sua vez, quanto à relação entre o uso da IA e o tempo de planejamento, trouxemos a seguinte pergunta: *"Ao utilizar IA no planejamento, você percebe alguma diferença em relação ao tempo utilizado em comparação com métodos tradicionais?".* Muitos afirmam que atividades que antes demandavam dias agora são realizadas em poucas horas. Isso é especialmente valorizado diante da sobrecarga de trabalho docente. No entanto, nem todos experimentam esse benefício da mesma forma, como precisar do dobro do tempo revisando e corrigindo. Destacam-se as falas de **P1, P7, P8, P9, P11, P10, P14, P16, P17, P18, P25** e **P26**:

Tabela 11 - Diferença em relação ao tempo utilizado em comparação com métodos tradicionais

Professor	Trecho
P1	Sim, a abordagem se torna mais aproveitada, dependendo da aula e da vontade estudantil.
P7	O tempo reduz muito, facilita nosso trabalho.
P8	Sim, pois é perceptível, mas não está de acordo com a realidade atual. A sala de aula não é heterogênea, pois temos salas híbridas e a cada dia precisamos fazer novas adaptações para a realização do planejamento utilizado pela IA.
P9	Sim, o ganho de produtividade é absurdo. Conseguimos produzir mais e melhor.
P11	O tempo é mais otimizado, em que o tempo pode ser utilizado para outras funções.
P14	Com certeza. Em menos de um minuto a IA, com os comandos adequados, consegue elaborar um plano de aula com tudo: objetivos, metodologia, estratégias e ainda abre um leque de possibilidades, que podem enriquecer muito as práticas pedagógicas.
P16	Sim, quando planejei com IA passei o dobro do tempo revisando e corrigindo. Prefiro os métodos tradicionais.
P17	Acredito que a IA possa realizar um planejamento de maneira mais rápida.
P18	O que eu levaria três dias para fazer, realizo em menos de três horas.
P25	Muita. Não perco mais tanto tempo à procura de conteúdos e questões.
P26	Sim, por meio da IA, a maioria das ideias e sugestões já estão praticamente prontas, e com possíveis indicações de metodologias ativas.

Fonte: Produzida pela autora.

As falas dos professores sobre o tempo de planejamento com IA mostram que a tecnologia tem potencial para agilizar significativamente o trabalho docente. Para muitos, como **P1, P7, P9, P11, P14, P17, P18, P25** e **P26**, tarefas que antes exigiam dias passam a ser realizadas em horas ou até minutos. Esse ganho de produtividade evidencia o fortalecimento do TK, uma vez que os docentes reconhecem a IA como uma ferramenta capaz de otimizar processos e reduzir a sobrecarga de trabalho.

Contudo, nem todos vivenciam essa agilidade da mesma forma. **P8** e **P16** relatam que o planejamento produzido pela IA nem sempre se ajusta à realidade da turma, exigindo revisões e adaptações extensas. Isso demonstra que o uso da IA exige mais do que domínio técnico: requer a articulação do TK com o PK e o CK. Quando essa articulação não acontece, o tempo de planejamento pode até aumentar, pois o professor precisa corrigir imprecisões e ajustar propostas genéricas.

Segundo Mishra e Koehler (2006), o uso de tecnologias no ensino depende da integração equilibrada entre TK, PK e CK, exatamente o que se observa nas percepções positivas de professores como **P14**, **P25** e **P26**, que relatam que a IA não apenas agiliza, mas também amplia ideias, sugere metodologias e apoia o desenvolvimento de planos de aula completos.

Alguns, principalmente os que ainda estão em fase de aprendizagem sobre como utilizar a IA, relatam aumento no tempo de revisão, indicando que o uso eficaz da ferramenta requer domínio técnico, especialmente na formulação de prompts claros e específicos. Um outro ponto relatado pelos docentes, é a apresentação dos conteúdos matemáticos gerados com o apoio da IA. Para isso, fizemos a seguinte pergunta: *"No material de ensino que você produziu utilizando IA, como você entende que tenha sido abordada a apresentação dos conteúdos matemáticos aos estudantes?"*. De modo geral, os professores indicam que o material costuma ser organizado, objetivo e acessível. No entanto, apontam a necessidade constante de revisão e supervisão para evitar erros conceituais ou abordagens descontextualizadas. Alguns observaram que os conteúdos propostos seguem estruturas de livros didáticos, o que pode limitar a inovação pedagógica, enquanto outros perceberam que a qualidade dos materiais depende diretamente da forma como a IA é orientada, reforçando o papel do professor no processo de curadoria. Destacam-se as falas de **P9, P12, P14, P15, P18, P19, P20** e **P23:**

Tabela 12 - Como o professor entende a apresentação dos conteúdos matemáticos aos estudantes

Professor	**Trecho**
P9	É indispensável que o professor que produz o material sempre esteja atento aos conceitos. Podem acontecer erros conceituais e misconceptions, mas com o tempo e nossa supervisão eles estão se tornando mais escassos.
P14	Acho que foi bem didática, organizada e com leitura acessível, pois dei os comandos corretos para ela produzir de acordo com as minhas expectativas projetadas.
P15	Preso ao currículo porque a base de dados da IA é treinada nos materiais já disponíveis.
P18	O material de ensino embora seja criado pela IA, ela só o faz por causa do prompt detalhado que construo. Muitas vezes ela só me dá os tópicos e eu faço ela detalhar de que forma eu posso construir aquela ação, inclusive me dando indicação de material. Então o controle está nas mãos do professor que sabe "pedir". Muitas vezes a IA resolve as questões com erros e é interessante que você a corrija. Logo é o professor quem constrói, a IA auxilia.
P19	Como interajo com a IA, as aulas são criadas de acordo com o método que escolhi, se é projeto, resolução de problemas ou interdisciplinar.

P20	Ficou mais fluido e mais rico. Acrescentei explicações e exemplos mais próximos da realidade dos estudantes e com temas interessantes para a idade/ano/série.
P23	Sem observo com cautela para não conter erros grosseiros.

Fonte: Produzida pela autora.

As falas dos professores evidenciam que o uso da IA na produção de materiais didáticos envolve a articulação dos três domínios do modelo TPACK. O TK aparece quando os docentes reconhecem que a qualidade do material depende da elaboração de comandos claros e específicos como nas falas do **P14** e **P18**, mostrando que a IA só funciona adequadamente quando o professor domina a ferramenta. Ao mesmo tempo, a necessidade de revisar erros conceituais ou imprecisões geradas pela IA, como relato pelo **P9** e **P23**, onde demonstra o CK, já que o rigor matemático continua sendo assegurado pelo docente, não pela tecnologia.

No aspecto pedagógico, professores como **P19** e **P20** destacam que, mesmo com o apoio da IA, o planejamento mantém alinhamento com métodos e necessidades da turma, indicando o papel do PK na adaptação e contextualização dos materiais, onde também temos a presença do Conhecimento Contextual. Observações como a de **P15**, que aponta a tendência da IA em reproduzir modelos tradicionais, reforçam que o professor precisa intervir criticamente para evitar práticas padronizadas.

Assim, as respostas confirmam que a IA não substitui o trabalho docente, mas amplia suas possibilidades quando integrada aos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo.

Para entendermos melhor se há benefícios e malefícios da IA no planejamento, fizemos a seguinte pergunta: "*Você observa benefícios/malefícios ao utilizar IA no planejamento de aulas? Explane.".* Os docentes reforçaram a ideia de que a IA oferece um ganho considerável de tempo, variedade de sugestões de criatividade. Destacam-se as falas de **P9, P10, P14, P16, P18 e P26:**

Tabela 13 - Os benefícios/malefícios ao utilizar IA no planejamento de aulas

Professor	Trecho
P9	Se for utilizada de forma indiscriminada e sem revisão, a tendência é que os malefícios superem os benefícios. O principal benefício é o ganho de produtividade para o professor. A criação de questionários que podem ser importados facilmente para o moodle também ajuda bastante na avaliação continuada dos alunos.
P10	Alguns exercícios são resolvidos de forma errônea.
P14	Único malefício que vejo seja o de tirar do professor a habilidade de pensar em algo original, de tolir um pouco da criatividade pelo comodismo proporcionado.
P16	Não tive uma boa experiência, por isso me mantenho cético em relação ao tópico. Confesso que prevejo mais malefícios, dado aos erros gritantes conceituais que a IA insiste em despejar.
P18	Os malefícios consistem em não revisar o material construído pela IA que constantemente contém erros, é preciso dialogar sobre tudo o que é construído. Os benefícios são inúmeros, com relação a criatividade e principalmente pela questão de otimização do tempo.
P26	Pode trazer benefícios como ganho de tempo e várias sugestões e formas de planejar uma aula, no entanto, os malefícios é que nos deixam dependentes da IA.

Fonte: Produzida pela autora.

Entretanto, alertam para riscos como a dependência excessiva, perda de autonomia docente, propagação de erros e a possível desumanização do processo educativo. Os professores defendem que a IA deve ser utilizada com cautela, de maneira crítica e complementar, jamais como substituta da experiência e sensibilidade pedagógica.

As falas evidenciam que, embora a IA possa representar um avanço expressivo no campo do TK, seu uso isolado e sem uma reflexão pedagógica pode gerar impactos negativos, como a propagação de erros conceituais e a perda de autonomia criativa do professor, como relatado pelos Professores **P9, P10, P14, P16, P18** e **P26**. Essas preocupações remetem à necessidade de uma atuação docente pautada pelo PK e pelo CK, garantindo que as sugestões tecnológicas sejam adaptadas conforme os objetivos educacionais e as especificidades da Matemática.

O reconhecimento de que o professor deve exercer um papel crítico no processo de mediação tecnológica reforça o foco do modelo TPACK, ao destacar que a tecnologia só se torna real quando utilizada de forma intencional, consciente e alinhada ao conhecimento pedagógico e de conteúdo.

Em relação às orientações tecnológicas oferecidas pela IA, fizemos a seguinte pergunta: "*Durante a elaboração dos seus materiais de ensino, como você percebeu as menções ou orientações da IA sobre os aspectos tecnológicos relacionados com os conteúdos de Matemática? Explane.".* Parte dos docentes afirma não ter percebido esse tipo de contribuição, ou então as consideram fracas e genéricas. Outros relatam experiências positivas, como o uso da IA para indicar softwares como o GeoGebra ou sugerir estratégias para o uso de recursos digitais em sala. Destacam-se as falas de **P1, P14, P16 e P18:**

Tabela 14 - Menções ou orientações da IA sobre os aspectos tecnológicos relacionados com os conteúdos de Matemática

Professor	**Trecho**
P1	Foram orientações bem proveitosas, no entanto, tive que fazer alguns ajustes para a aplicabilidade.
P14	Já usei a I.A para organizar algo que queria fazer no Geogebra. Ele me orientou perfeitamente e consegui realizar o que pretendia com o programa. Em outras situações de dúvidas de como abordar determinado conteúdo, ele corretamente me orientou a usar determinadas ferramentas de programas ou apps que já tinha ouvido falar.
P16	Aspectos tecnológicos me parecem interessantes, no processo de montar uma IA, fora isso não vejo muita utilidade.
P18	Às vezes as orientações vem restritas, por isso é preciso saber perguntar, porque é o professor que conhece a realidade da classe. Mas no geral a IA tem boas ideias para a utilização da tecnologia em sala de aula. No momento utilizo a geogebra para ensinar geometria plana. Então construímos um roteiro de aula e também algumas atividades.

Fonte: Produzida pela autora.

Enquanto alguns professores reconhecem contribuições positivas, como a indicação de softwares específicos, exemplo do GeoGebra citado por **P14** e **P18**, respectivamente: *"Já usei a I.A para organizar algo que queria fazer no Geogebra. Ele me orientou perfeitamente e consegui realizar o que pretendia com o programa. Em outras situações de dúvidas de como abordar determinado conteúdo, ele corretamente me orientou a usar determinadas ferramentas de programas ou apps que já tinha ouvido falar."* e *"Às vezes as orientações vem restritas, por isso é preciso saber perguntar, porque é o professor que conhece a realidade da classe. Mas no geral a IA tem boas ideias para a utilização da tecnologia em sala de aula. No momento utilizo a geogebra para ensinar geometria plana. Então construímos um roteiro de aula e*

também algumas atividades.”, outros percebem as orientações como genéricas ou insuficientes, como o **P16**, quando disse *“Aspectos tecnológicos me parecem interessantes, no processo de montar uma IA, fora isso não vejo muita utilidade.”*, o que evidencia a necessidade de um conhecimento prévio e mais consolidado por parte do docente para adaptar e aplicar tais sugestões. Uma vez que a IA pode oferecer sugestões tecnológicas, mas cabe ao professor, com base em seu conhecimento pedagógico e domínio do conteúdo matemático, decidir como, quando e por que integrá-las ao processo de ensino e de aprendizagem.

Por fim, à integração entre os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo, como referência ao modelo TPACK, foi feita a seguinte pergunta: *“Você percebe, a partir da produção usando IA, que o material sugerido para o trabalho com os estudantes na sala de aula relaciona ou integra os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo? Explane.”.* As respostas mostram que, embora a IA apresente potencial nesse sentido, essa integração ainda demanda um refinamento. Destacam-se as falas de **P8, P9, P14, P15, P16, P18 e P25:**

Tabela 15 - O material sugerido para o trabalho com os estudantes na sala de aula relaciona ou integra os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo

Professor	**Trecho**
P8	As integrações são feitas, mas não existe uma referência específica para adequação quando não há material. Cito como exemplo o Método Montessori e a IA não consegue fazer essa integração adaptativa para o desenvolvimento adverso de uma sala híbrida. Fora dizer sobre interrupções que ocorrem em sala de aula que provocam uma quebra de cognição por parte do professor e do aluno, ocorrendo um desvio de atenção.
P9	Sim, mas precisa ser algo supervisionado pelo professor. Às vezes queremos contextualizar e a IA nos ajuda a fazer contextualizações menos forçadas como "fulano foi a feira e precisou resolver uma equação com números complexos para comprar uma uva.".
P14	Sim. Acho que, dependendo dos comandos dados, ela consegue ser bastante ampla no alcance do que é solicitado, perpassando por teorias e detalhes técnicos que certamente passariam despercebidos ao professor, pela falta de leitura ou investigação.
P15	Moderado, não acho que a base de dados da IA tenha diversidade o suficiente para sugerir materiais de mais qualidade.
P16	Não mas talvez por minha inabilidade com IA não tenha conseguido fazer essa trinca girar.

P18	Para relacionar essa tríade do TPACK é preciso que o professor saiba fazer o prompt detalhado, por exemplo eu posso apenas pedir a explanação de um conteúdo sem uso da tecnologia . Então tudo parte do professor e não da IA.
P25	Sim. Relaciona e integra. facilita os exemplos e da mais clareza e apoio a demonstrações para os envolvidos.

Fonte: Produzida pela autora.

As respostas dos docentes mostram que, embora a IA apresente potencial para auxiliar na integração entre os três conhecimentos, essa articulação ainda carece de maior aprofundamento e mediação docente. Os relatos mostram que o domínio tecnológico (TK) não se limita ao uso instrumental da IA, mas envolve a capacidade de elaborar *prompts* específicos e alinhados às intenções pedagógicas, como destacam **P14**, quando disse *"Sim. Acho que, dependendo dos comandos dados, ela consegue ser bastante ampla no alcance do que é solicitado, perpassando por teorias e detalhes técnicos que certamente passariam despercebidos ao professor, pela falta de leitura ou investigação."* e **P18**, ao dizer *"Para relacionar essa tríade do TPACK é preciso que o professor saiba fazer o prompt detalhado, por exemplo eu posso apenas pedir a explanação de um conteúdo sem uso da tecnologia. Então tudo parte do professor e não da IA."*. Isso evidencia a necessidade de um TPK mais desenvolvido para orientar a ferramenta de forma adequada.

Ao mesmo tempo, surgem limites da tecnologia quando desacompanhada do conhecimento pedagógico (PK). Os Professores **P8** e **P15** em suas falas, respectivamente, dizem *"As integrações são feitas, mas não existe uma referência específica para adequação quando não há material. Cito como exemplo o Método Montessori e a IA não consegue fazer essa integração adaptativa para o desenvolvimento adverso de uma sala híbrida. Fora dizer sobre interrupções que ocorrem em sala de aula que provocam uma quebra de cognição por parte do professor e do aluno, ocorrendo um desvio de atenção."* e *"Moderado, não acho que a base de dados da IA tenha diversidade o suficiente para sugerir materiais de mais qualidade."*, apontam que a IA não realiza adequações metodológicas complexas nem apresenta diversidade suficiente de materiais, gerando conflitos entre TK, PK e o currículo. A preocupação com erros conceituais e contextualizações inadequadas, como mencionada por **P9** e **P16**, reforça a centralidade do PCK, especialmente na revisão crítica e validação dos conteúdos matemáticos gerados pela IA.

Há indícios de que a IA pode contribuir com propostas que articulem esses três pilares, mas o aprimoramento depende fortemente do olhar pedagógico do docente. Ainda assim,

surgem algumas ressalvas quanto à precisão das informações geradas pelas ferramentas de IA, reforçando a importância do olhar crítico e da validação por parte do professor.

4.1.4 Síntese do questionário

Os relatos dos professores participantes evidenciam trajetórias formativas diversas quanto ao uso de TDIC, especialmente no que se refere à IA, no ensino de Matemática. Parte considerável dos docentes declarou não ter participado de cursos ou formações voltadas para o uso dessas tecnologias. No entanto, um grupo significativo afirmou já ter vivenciado formações desse tipo, seja durante a graduação, no mestrado ou em cursos oferecidos por instituições como ACM, IFBA e UFAM.

Os conteúdos dessas formações variaram entre abordagens teóricas da História da Matemática e suas perspectivas científicas, até práticas com softwares como GeoGebra, Desmos, Winplot, Cabri Géomètre, Modellus, além de ferramentas de gravação de áudio e vídeo. Professores que tiveram contato com esses recursos destacaram que eles contribuíram para tornar o ensino mais visual, com menções frequentes ao uso do GeoGebra para explorar funções, geometria e visualizações em 3D. Contudo, também surgiram relatos de dificuldades estruturais nas escolas, como a ausência de recursos adequados, que dificultam a aplicação dos conhecimentos construídos.

Com relação ao uso direto da IA, vários professores indicaram já ter utilizado essas ferramentas em alguma etapa do processo pedagógico, embora o uso mais recorrente se dê fora da sala de aula. Muitos docentes relataram utilizar IA para preparar aulas, elaborar listas de exercícios, planos de ensino ou para revisar conteúdos, embora apenas alguns tenham experiências de uso com os estudantes em atividades diretas.

Ao serem questionados sobre seu nível de familiaridade com o uso da IA em práticas educacionais, as respostas indicaram que a maioria já teve algum tipo de contato ou experiência com essas ferramentas. Entretanto, apenas uma minoria se sente totalmente confiante em sua aplicação prática. De modo geral, as percepções sobre o uso da IA no ensino da Matemática foram majoritariamente positivas, com muitos docentes apontando a tecnologia como promissora. Destacaram o potencial da IA na resolução de problemas, criação de materiais didáticos, elaboração de planos de aula, correção de atividades e apoio à aprendizagem personalizada.

No que se refere especificamente ao planejamento de aulas e produção de materiais didáticos, a maioria dos professores indicou utilizar a IA de forma recorrente ou eventual. O

uso mais mencionado foi na criação de materiais didáticos, seguido da organização de cronogramas de ensino e da seleção de conteúdos e atividades. Utilizações mais especializadas, como apoio à avaliação ou à aprendizagem ativa, foram pouco citadas.

Quando perguntados sobre o impacto da IA na eficácia do planejamento de aulas, muitos professores destacaram aspectos positivos, como agilidade, organização e variedade de ideias. Vários apontaram que a IA torna o planejamento mais fluido e rico, auxiliando na construção de aulas atrativas e metodologicamente diversificadas, inclusive com sugestões adaptadas a diferentes contextos educacionais, como os cursos técnicos.

Entretanto, surgiram também preocupações importantes. Alguns docentes alertaram para a necessidade de um uso crítico da IA, ressaltando que a dependência excessiva da tecnologia pode inibir a criatividade, gerar materiais genéricos ou até imprecisos. Também foram mencionadas questões éticas, como os interesses político-econômicos das empresas responsáveis pelos algoritmos.

Sobre o tempo de planejamento, muitos professores relataram que a IA contribui consideravelmente para a otimização do processo, permitindo realizar em poucas horas tarefas que antes demandavam dias. Ainda assim, alguns relataram que, durante o processo de familiarização com a ferramenta, o tempo gasto com revisões aumentou. Isso se deve, principalmente, à necessidade de domínio técnico para a formulação de *prompts* adequados e à verificação criteriosa dos materiais gerados.

De maneira geral, os dados coletados indicam que o uso da IA na prática pedagógica está em expansão, especialmente no planejamento e organização de conteúdos. Contudo, ainda há um caminho importante a ser percorrido no que se refere à formação docente, para que a apropriação dessa tecnologia possa se dar de forma mais crítica e pedagógica, promovendo aprendizagem e ampliando a atuação do professor como autor de suas práticas.

4.2 Resultado das entrevistas

As entrevistas foram realizadas com professores de Matemática que, ao final do questionário, manifestaram interesse em aprofundar sua participação na pesquisa. O contato ocorreu de forma individual por e-mail, e as entrevistas foram conduzidas em ambiente virtual, previamente agendadas, possibilitando maior flexibilidade aos participantes. Os docentes, nomeadamente P7, P8 e P19, atuam em diferentes contextos educacionais e níveis de ensino, o

que permitiu reunir relatos variados sobre suas experiências, percepções e planejamentos relacionados ao uso de tecnologias digitais e da IA no ensino de Matemática.

4.2.1 Primeiro Bloco – Uso de Tecnologias em Sala de Aula

Com o objetivo de compreender como as tecnologias digitais são incorporadas às práticas pedagógicas dos professores de Matemática, foi feita a seguinte pergunta: *"Como você utiliza as tecnologias digitais em suas aulas de matemática?"*. As respostas evidenciam que o uso dessas tecnologias ocorre de diferentes formas, tanto no apoio à exposição de conteúdos quanto na proposição de atividades que favorecem a visualização, a experimentação e a participação dos estudantes. A seguir, apresentamos as falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 16 - Utilização das tecnologias digitais em suas aulas de matemática pelos Professores entrevistados.

Professor	Trecho
P7	Bom, aqui na escola tem um laboratório com 20 computadores, então uma das coisas que eu acabo usando é os computadores, porque hoje a gente tem muito acesso a jogos que estão pronto, que a gente não precisa criar, né. Esses jogos pra trabalhar na sala de aula, então isso é uma das coisas que eu uso o laboratório de informática. Agora tá começando a vim pra escola, a gente não tem muito recurso pedagógico, assim que eu possa além dos computadores usar, mas o que que eu faço às vezes também, eu entro em alguns alguns sites que a gente pode construir um jogo com os alunos e eu também faço isso, tá? Mas é mais ligado direto aqui no laboratório em função do que a gente tem pra todos os alunos, então facilita bastante pra não ter que tá dividindo cada um, tem a sua oportunidade a gente tem uns bastante alunos incluídos, então a gente consegue com o monitor fazer esse trabalho.
P8	Bem, a princípio quando eu fui nessa escola, que é uma escola pública que tem aqui no Girassol, o único material, possamos dizer assim, digital é o de apresentação multimídia, a gente utiliza ali na sala de aula, só que eu utilizei muito pouco [...].
P19	Eu utilizava até razoavelmente assim, tem uma facilidade, né? Eu usava muito GeoGebra, todas as aulas de geometria, fazia sempre esse contraponto, eu fazia demonstração e a gente ia pro GeoGebra comprovar e algumas vezes, quando não era possível usar o GeoGebra, a gente utilizava mesmo a dobradura. Então, é uma tecnologia, só não era uma tecnologia digital. Então, as outras tecnologias, atualmente, dobradura era bem utilizada. No Rio, não sei se você é familiarizado, a gente tem as escolas que são chamadas os GETs, que são os Ginásios Educacionais Tecnológicos. Então, todas foram a casa, a minha escola era um GET. Então, eles tinham um colaboratório e que a gente era, assim vamos dizer, incentivados a utilizar um colaboratório, que é um projeto processado no colaboratório. Então, esse ano, meu projeto consegue, eu trabalhei com o sétimo e nono, meu projeto do sétimo era,

> eu fazia toda a revisão da matéria no colaboratório. Então, eu criava os joguinhos, pegava os jogos e fazia a revisão no colaboratório. Então, no colaboratório, a gente tinha uma impressora 3D, máquina de textura, computadores, tem várias, muita coisa, nem tudo que tem. De repente, depois, até próxima vez, eu consigo uma foto para você, para você colocar no trabalho para ilustrar. Então, não são todas as escolas no Rio. A gente tem 1595 escolas. A gente está, acho que no 230 ou 250 GETs inaugurados. E nessas escolas, a gente tem telefone, tem tripé, tem todo um aparato tecnológico, paraisal, não só para matemática, mas o foco maior era de matemática. Então, assim, a gente era bem estimulado no colaboratório.

Fonte: Produzida pela autora.

As falas dos professores mostram que o uso das tecnologias digitais nas aulas de Matemática ocorre de forma relacionada às condições materiais e institucionais de cada contexto escolar, assim o conhecimento contextual também é identificado quando impacta diretamente a articulação entre os conhecimentos do TPACK. Observa-se que o domínio tecnológico (TK) dos professores manifesta-se, sobretudo, a partir das possibilidades concretas oferecidas pela escola, e não necessariamente de uma escolha pedagógica previamente planejada.

No caso de **P7**, o uso das tecnologias digitais está centrado no laboratório de informática, especialmente por meio de jogos digitais prontos e, em alguns momentos, na construção de jogos em plataformas online com os alunos. Ao afirmar que utiliza *"os computadores, porque hoje a gente tem muito acesso a jogos que estão prontos"*, o professor demonstra um TK funcional, voltado à exploração de recursos disponíveis, associado a uma preocupação pedagógica. Esse aspecto evidencia uma articulação entre TK e PK, ainda que limitada, pois o foco recai mais sobre o acesso e a logística do uso da tecnologia do que sobre uma intencionalidade pedagógica explicitamente relacionada aos conteúdos matemáticos (CK).

Já a fala de **P8** revela um cenário de maior restrição tecnológica, no qual o uso das tecnologias digitais se reduz, principalmente, a recursos de apresentação multimídia, utilizados de forma pontual. Ao destacar que esse foi *"o único material digital"* disponível na escola e que foi utilizado *"muito pouco"*, o professor aponta limites estruturais que dificultam o desenvolvimento de um TK e, consequentemente, a construção de integrações mais consistentes entre tecnologia, pedagogia e conteúdo. Nesse contexto, a fragilidade do TK acaba por comprometer o desenvolvimento do TPK e do TPACK, onde a simples presença da tecnologia não garante sua integração pedagógica.

Por sua vez, o relato de **P19** apresenta um uso mais diversificado e intencional das tecnologias digitais, especialmente por meio do GeoGebra no ensino de Geometria, articulado a estratégias didáticas como a demonstração matemática e atividades com dobradura. Ao afirmar que utilizava o software para *"fazer esse contraponto"* entre a explicação teórica e a visualização dinâmica, o professor evidencia uma integração mais consistente entre TK, PK e CK, aproximando-se de um TPACK mais desenvolvido. Além disso, a experiência em uma escola do tipo GETs (Ginásios Educacionais Tecnológicos), com acesso a um equipado com diferentes recursos tecnológicos, favorece práticas pedagógicas que extrapolam o uso instrumental da tecnologia, permitindo projetos, jogos e atividades interdisciplinares.

Buscando aprofundar a compreensão sobre os recursos utilizados pelos docentes em suas práticas pedagógicas, foi realizada a seguinte pergunta: *"Poderia dar exemplos de ferramentas ou softwares que já usou?"*. As respostas indicam o uso de diferentes ferramentas digitais no ensino de Matemática, tanto para o planejamento das aulas quanto para o desenvolvimento das atividades em sala, evidenciando finalidades distintas, como a visualização de conceitos, a resolução de problemas e o apoio à aprendizagem dos estudantes. A seguir, as falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 17 - Exemplos de ferramentas ou softwares que já foram usados pelos Professores entrevistados.

Professor	**Trecho**
P7	Uns que eu gosto que é do Word Wall, que tem bastante, do coquinhos também tem, porque eu gosto desses dois assim, que eu geralmente procuro dentro desses. Procurar aquilo que eu realmente preciso porque são jogos todos eles elaborados por gente, acredito que estão em sala de aula porque são bem didáticos de acordo com que a gente precisa assim, sabe? Então é potência, lá tem um de potência que trabalha diversos joguinhos que trabalha potência de diversas formas. Há monômios e polinômios que é uma parte chata que o oitavo ano sofre os pobrezinho, parte de álgebra coitadinha do nono ano, então lá tem monômio, tem polinômio, tem as operações, sabe? Então eu gosto desses porque lá praticamente tem todos os temas que a gente precisa, sabe? De todos os conteúdos e habilidades que a gente precisa desenvolver, eu consigo encontrar lá e daí às vezes por exemplo eu até uso o canva pra gente construir alguma coisa, sabe? Às vezes até quebra-cabeça, caça-palavras, alguns outros assim que tem a gente trabalha tema, a gente vai lá pro Canva, que daí como a gente entra pelo login da escola, a gente consegue acessar alguns, que alguns são pagos a gente sabe, né? Mas a gente consegue bater com os liberados também, então assim eu consigo assim dessa forma. São os que eu mais uso por serem mais didáticos, bem como tu disse porque a gente consegue de acordo com o conteúdo do dia a dia da gente sabe consegue desenvolver.

P8	Teachy e Khan Academy, mas geralmente essas ferramentas assim de inteligência artificial e tudo mais eu obtenho tudo lá no SBM.[...]. [...]No Teachy, tem lista de exercícios, isso é a gente que cria, mas lá tem um banco de dados, né? Então, esse banco de dados é muito bom, porque só os professores que criam esses bancos de dados é a inteligência artificial também, né?
P19	Então, eu particularmente fico muito presa ao Geogebra. Eu ficava muito presa ao Geogebra porque, primeiro, eu já tinha familiaridade, já conheço, já tinha meio que uma rotina de aulas, sempre pronta para dar mais ou menos um pontapé. Às vezes, eu fugia disso, mas era muito difícil. Usei, eu acho que umas duas vezes o Desmos. Eu já peguei a aula pronta na segunda do Desmos. E eu acho que no Clássico 1 do Geogebra também. Pegava sempre uma aula pronta e adaptava para a realidade da turma.

Fonte: Produzida pela autora.

As falas dos professores indicam que a escolha das ferramentas digitais está relacionada à familiaridade com os recursos e à sua adequação aos conteúdos matemáticos trabalhados em sala de aula. Observa-se que o domínio tecnológico (TK) não se limita à variedade de ferramentas utilizadas, mas envolve a capacidade de selecionar e adaptar recursos conforme os objetivos pedagógicos.

No relato de **P7**, destaca-se o uso recorrente de plataformas como Wordwall e Coquinhos, escolhidas por apresentarem jogos didáticos alinhados aos conteúdos e habilidades previstas no currículo. Ao mencionar que consegue encontrar atividades relacionadas a temas como potênciação, monômios e polinômios, o professor evidencia uma integração entre TK e CK, mediada por uma intencionalidade pedagógica (PK) voltada à superação de dificuldades comuns dos estudantes nesses conteúdos. Além disso, o uso do Canva para a construção de materiais como quebra-cabeças e caça-palavras indica uma adaptação dos recursos tecnológicos, aproximando-se de um TPK mais desenvolvido, ainda que centrado em atividades de reforço e fixação.

A fala de **P8** aponta para o uso de plataformas como Teachy e Khan Academy, com destaque para os bancos de dados de exercícios elaborados por professores. Ao reconhecer que essas bases são alimentadas por docentes e apoiadas por recursos de IA, o professor evidencia uma compreensão inicial sobre o funcionamento dessas ferramentas, ainda que o uso relatado esteja mais associado ao acesso a materiais prontos do que à construção ou adaptação pedagógica. Nesse sentido, observa-se o uso TK, porém com uma articulação ainda limitada com o PK e o CK, o que pode restringir o desenvolvimento de um TPACK.

Já **P19** demonstra uma relação de forte familiaridade com o GeoGebra, ferramenta incorporada de forma recorrente em sua prática pedagógica. O fato de utilizar aulas prontas e adaptá-las à realidade das turmas revela uma integração mais madura entre TK, PK e CK, na medida em que o professor não apenas consome o recurso tecnológico, mas o ressignifica pedagogicamente. O uso pontual do Desmos, ainda que menos frequente, reforça essa postura de seleção criteriosa das ferramentas, baseada na experiência docente e na adequação aos objetivos de ensino, o que contribui para o desenvolvimento de um TPACK mais consolidado.

De modo geral, as falas evidenciam que, embora os professores utilizem diferentes ferramentas e softwares digitais, a integração tecnológica varia conforme a familiaridade, o contexto e a intenção atribuída a cada ferramenta. Reforçando assim, que o TPACK não se dá apenas pela diversidade tecnológica, mas pela capacidade do professor de articular tecnologia, pedagogia e conteúdo no ensino de Matemática.

Com a intenção de compreender as percepções dos docentes acerca dos impactos do uso das tecnologias digitais no processo de aprendizagem, foi proposta a seguinte pergunta: *"O que você percebe, após o uso das tecnologias, no aprendizado dos estudantes?"*. As respostas apontam para diferentes efeitos no engajamento, na compreensão dos conteúdos e na autonomia dos alunos, ainda que tais percepções variem de acordo com o contexto e a forma de utilização das tecnologias. A seguir apresentamos as falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 18 - O que os Professores entrevistados perceberam, após o uso das tecnologias, no aprendizado dos estudantes.

Professor	Trecho
P7	Sim, o que eu observo eles principalmente porque as vezes a gente sabe que às vezes nem sempre a gente professor com a explicação da gente, consegue atingir 100% dos nossos alunos, né? Então o que o jogo ajuda, por que às vezes até por exemplos as equações, que tem um jogo bem legal que tem dentro do World Wall, ele mostra como se fosse uma balança lá dentro do jogo, então assim às vezes na sala de aula quando tu vai falar pra eles, eu acabo trabalhando com balança mas que ali no jogo parece que é mais atrativo pra eles, né? Com essa função, como eles são ligados no celular, parece que no computador fica mais atrativo, né? Claro, é colorido, é diferente né? Então eu observo que as vezes que aquilo que tu faz sala de aula, no passo a passo lá, que tu mostra lá no quadro de giz, ali o jogo faz o mesmo processo e daí eles conseguem visualizar acredito que por ser colorido também, toda essa função né eles acabam conseguindo reforçar bem mais e ajudando né no processo educativo, me ajudando em sala de aula.

P8	Eu acho que o estudante, ele utiliza a inteligência artificial meramente, simplesmente, para ganhar pontuação. Ele não usa de nenhuma forma de ferramenta, né? Então, eu vejo essa dificuldade do aluno achar que ali é uma ferramenta, ele ainda não entende que ali é uma ferramenta, né? [...] é no crescimento intelectual, cognitivo e tudo mais, né? Então, eu vejo esse grau de dificuldade ali, porque hoje em dia a juventude, ela tá querendo o quê? Tudo simplificado, né? Tudo que é fácil, tudo que é rápido, né? Então, eu vejo esse grau de dificuldade, né?
P19	Eu acho que é nítido. Por exemplo, assim, eu fiz a soma dos ângulos do triângulo. Então, a gente fez a demonstração dobradura. Fizemos a demonstração no Geogebra, que o aluno tinha, já deu o roteiro pronto que o triângulo só tinha que mexer nas vértices, se vê que o ângulo mudava. E depois a gente fez exercícios, então assim. Eu até brinco com as pessoas, não é possível que alguém daqui não saiba que é a forma do ângulo. A gente aprendeu com grau. A gente, não, já aprendemos isso. Eu acho que isso facilita. O aluno vê no papel, ele dobrou, viu que deu certo tempo. Foi lá, mexeu, viu que deu certo tempo. Não importa a posição do ângulo. Aí eu enfatizo que tipo de triângulo ele vai trabalhar e você, necessariamente, tem essa facilidade do aluno ver que não é o mesmo tipo de triângulo. Porque quando você está no papel ou no caderno, ele vê o mesmo tipo de triângulo. Pouquíssimos professores se atentam a fazer o triângulo isósceles, ou escaleno. Eu mudo toda hora o tipo de triângulo, quando você está trabalhando no digital. Isso facilita um pouco o aluno a perceber que é independente, que o teorema funciona para qualquer tipo de triângulo. Coisa que no caderno ele não percebe.

Fonte: Produzida pela autora.

No relato de **P7**, o uso de jogos digitais, como os disponíveis no Wordwall, aparece como um recurso para a compreensão de conceitos, como as equações, ao favorecer a visualização por meio de representações dinâmicas, como o exemplo da balança. O professor destaca que o caráter visual e interativo dos jogos torna o conteúdo mais atrativo, auxiliando estudantes que não são alcançados pela explicação no quadro. Esse aspecto evidencia uma articulação entre TK, PK e CK, na medida em que a tecnologia atua como mediadora dos processos de ensino e de aprendizagem.

Por outro lado, **P8** aponta dificuldades relacionadas à forma como os estudantes utilizam as tecnologias, destacando que, muitas vezes, a IA é percebida apenas como um meio para obter resultados rápidos ou pontuação, sem um envolvimento cognitivo mais profundo. Essa percepção revela limites na mediação pedagógica (PK), indicando que o uso da tecnologia, quando não orientado de forma intencional, pode reforçar práticas superficiais de aprendizagem.

Já **P19** destaca contribuições mais consistentes do uso das tecnologias digitais para a compreensão conceitual, ao articular diferentes estratégias, como dobradura, GeoGebra e

exercícios, no ensino da soma dos ângulos internos do triângulo. A possibilidade de manipular de forma dinâmica diferentes tipos de triângulos favorecendo a explicação de teoremas. De modo geral, as falas indicam que as tecnologias digitais podem favorecer o aprendizado dos estudantes quando integradas de forma intencional e articulada aos objetivos pedagógicos e aos conteúdos matemáticos, reforçando o papel central do professor como mediador desse processo.

4.2.2 Segundo Bloco – Uso de IA pelo Professor

No segundo bloco da entrevista, que trata do uso da IA no ensino de Matemática, foi feita a seguinte pergunta: *"Como você começou a usar a IA no ensino de matemática?"*. As respostas revelam diferentes motivações e contextos de aproximação dos docentes com essa tecnologia, envolvendo tanto demandas surgidas da prática pedagógica quanto iniciativas pessoais de formação e experimentação. Destacam-se, a seguir, trechos das falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 19 - Como os Professores entrevistados começaram a usar a IA no ensino de matemática.

Professor	Trecho
P7	Eu sempre fui muito curiosa, assim, eu não domino a informática, tá? Mas eu sempre fui muito curiosa e daí assim, desde quando eu fiz o magistério, né? Porque eu sou professora antiga daquelas que fez o magistério, então assim ó que naquela época a gente não tinha acesso e eu sempre fui a partir do momento que eu consegui comprar um computador, que a mãe conseguiu comprar pra mim, eu sempre fui muito de ficar mexericando assim, não tinha muito medo, sabe? Então acho que com isso como eu gosto, sabe? Me facilita pra muitas coisas no dia a dia. Uma planilha, eu não gosto de botar as notas por exemplo, só no sistema, porque eu gosto de ter um controle pra mim então, eu tenho uma planilha pra isso. Como eu uso a tecnologia, muitos recursos pro meu dia-dia, pra montar um 1 mapa mental, eu vou lá no Canva, aí uso o canva. Então assim, eu procuro por minha curiosidade que eu sempre busquei isso e como eu gosto, eu acredito né que os meus alunos ainda mais agora que está nessas gerações né desse jeito que gosta que só no celular, então pra poder ser um pouquinho mais atrativa pra eles tem até pra despertar a curiosidade deles porque a gente tem aqui o Instituto Federal e um dos cursos é o técnico em informática então geralmente eu procuro assim nos oitavo, nono ano, mostrar algumas outras ferramentas também pra eles, a gente tem a disciplina de informática na sala de aula a gente tem a disciplina do sétimo ou nono ano aqui na então a professora dá um embasamento e eu gosto que eles busquem porque de repente pode ser que desperte alguém pra fazer o curso técnico e daí uma profissão daí depois o que vai fazer depois enfim mas pra ter uma oportunidade a mais sabe e como eu sempre gostei sempre fui curiosa então eu tento colocar eles nesse meio assim e levar pra sala de aula

	alguma coisa que eu possa também ajudar eles não só com o meu conteúdo mas que eles possam depois tomar uma decisão fazer um nível médio com técnico essas função também.
P8	Então, quando eu descobri essa ferramenta do Teachy, ela apareceu com a inteligência artificial. [...] Então, eu tenho feito esse curso pra eu me entender sobre o Prompt, a forma com que a gente idealiza uma pergunta pra eu obter uma resposta. E no meio disso tudo, eu também descobri que a AI, ela erra. E se eu não for uma pessoa autodidata, que eu tenha consciência de afirmar que aquilo daí tá certo, eu vou passar um erro adiante. E é uma coisa que eu não faço. [...]
P19	Eu dividia o meu tempo entre sala de aula e administrativo. Eu era da gerência de educação de jovens e adultos. Eu era o ponto focal do matemático, dessa gerência que eu morri todo ano. Eu preparava as aulas, eu fazia tudo comigo. Eu fui apresentada à IA por conta disso. Porque eu precisava, eu precisava organizar isso tudo, e essa escrita, e comecei a utilizar a IA lá para depois eu vir para a sala de aula. Então, eu comecei, comecei escrevendo e-mail, escrevendo texto, aí eu percebi, aí a gente está percebendo o potencial, né? Sim. Faz uma aula assim, escreve um texto, e aí eu meio que comecei. Esse ano eu estava melhorando uso da IA e saí da sala de aula. Eu estava me acostumando com a ferramenta, eu estava fazendo algumas mais legais. Eu estou tentando abrir aqui para te mostrar, mas eu não consegui. Eu fazia o material de recomposição dos alunos aqui do Rio. Eu fiquei fazendo pouco material, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º anos. Estava fazendo, eu estava usando a IA para preparar esse material. Porque eu já tenho uma certa expedição, 20 anos. Eu vou fazer assim, uma aula muito de números inteiros. Que tipo de aula eu quero preparar para números inteiros? Aí eu pensava, porque assim, a gente está muito nessa dificuldade de achar um material pronto, né? E a IA oferece, no caso do Rio de Janeiro, a gente oferece esse material para o aluno e aí eu falei, não, beleza, eu quero. Como que eu faço isso? Como que eu faço esse material do jeito que eu pensei na minha cabeça? E aí você não acha ponto, você vai lá e coloca. E cartões, clima, aí eu vou dando os comandos e vou criando as aulas. Então foi o meu primeiro ano que eu comecei a experimentar com esse material.

Fonte: Produzida pela autora.

No caso de **P7**, o contato com tecnologias digitais antecede o uso específico da IA e está relacionado à curiosidade pessoal em experimentar novos recursos. Embora o professor afirme não dominar a informática, seu relato evidencia um TK construído de forma gradual e autônoma, aplicado tanto à organização do trabalho docente quanto à criação de materiais pedagógicos. Essa postura indica uma integração inicial entre TK e PK, orientada pela intenção de tornar as aulas mais atrativas e de ampliar as possibilidades de conhecimento para os estudantes, ainda que o uso da IA apareça de forma indireta.

Já **P8** relata um início mais estruturado no uso da IA, mediado por formação específica e pela preocupação com o uso da ferramenta. Ao destacar a necessidade de compreender a elaboração de prompts e reconhecer que a IA pode cometer erros, o professor age com uma postura crítica frente à tecnologia, reforçando a necessidade do PK e do CK na validação das respostas geradas. Esse aspecto aponta para um movimento de construção do TPK, no qual a tecnologia é incorporada de forma reflexiva e não automática.

Por sua vez, **P19** iniciou o uso da IA a partir de demandas administrativas e de planejamento, associadas à necessidade de organizar materiais e produzir conteúdo para diferentes turmas. O relato mostra um uso progressivo da IA, inicialmente voltado à escrita e organização, que depois se expandiu para a elaboração de materiais didáticos em Matemática. A experiência do professor acumulada aparece como um elemento central na mediação do uso da IA, permitindo que o professor direcione a ferramenta conforme suas intenções pedagógicas, o que favorece uma articulação mais consistente entre os três conhecimentos.

Com o objetivo de identificar as primeiras experiências dos docentes com a IA em suas práticas pedagógicas, foi proposta a seguinte pergunta: *"Qual foi a primeira aplicação que você realizou utilizando IA em suas aulas?"*. As respostas permitem compreender como a IA foi inicialmente incorporada ao contexto escolar, evidenciando usos introdutórios, experimentais e alinhados às necessidades imediatas do ensino de Matemática.

Tabela 20 - A primeira aplicação que os Professores entrevistados realizaram utilizando IA em suas aulas.

Professor	**Trecho**
P7	Eu não sei se eu me lembro, o que eu fiz pela primeira vez, por que faz tempo. Na época tinha uns computadores que eram tipo umas carrocinhas eu acho, eu nem sei se liga hoje, mas assim eu me lembro que eu procurava jogos só que a gente não tinha tecnologia do word wall como hoje. Do coquinhos que já tem os jogos ali prontos, sabe? Mas eu não me lembro agora tipo específico. Eu não sei te dizer qual foi o jogo que eu usei, mas eu me lembro que a gente tem que esperar carregar, a gente tinha que vir aqui tipo antes da minha aula, era no terceiro período, no segundo período a gente vinha ligava os computador tentou ligar tudo, até carregar internet toda essa função tinha. Até mesmo um vídeo que tu ia olhar no computador com eles, era um parto, porque a internet demorava para carregar, talvez em uma aula tu nem conseguia, sabe? Tinha essa frustração também que a gente sabe que quando a gente prepara alguma coisa com a tecnologia também, tem isso, né? A gente tem que tá preparado com o plano B sempre, ainda mais que on-line, né? Porque hoje aqui na nossa cidade é bem ruim o acesso à internet ainda, teria que ser cabeado na verdade pra tudo, mas ainda não é tudo cabeado, então assim eu não sei te dizer foi essa atividade específica, eu não sei.

P8	Eu, através da inteligência artificial, peguei o material, a gente joga esse material lá pra inteligência artificial, e ela vai elaborando questões para gradualmente eu trabalhar isso dentro da sala de aula. Que foi o que eu procurei fazer. E aí, eu imprimia do meu bolso. É que eu tenho uma impressora aqui que eu trabalho com internet, um montão de coisas aqui da área de informática, né? Eu imprimia, criava cinco grupos dentro da sala de aula. E pedia pra eles fazerem os exercícios ali em conjunto. Foi a do teacher. Porque ela já tem isso ali, ela inclusive elabora as questões ali. Eu fiz uma, dez questões, e falei assim pra ela, agora resolva passo a passo todas essas dez questões.
P19	Na criação de materiais. Isso porque eu já era produtora de materiais, entendeu? Então acho que por conta de eu ser produtora de material oficial da ED, me obrigou, e a produção do material é inédita, quase que todo material inédito da rede aqui no Rio, voltado para o Rio de Janeiro, dentro da realidade do Rio de Janeiro, se você tiver curiosidade, conhecia o material que está disponível no material Rioeduca. Você joga no mundo o material Rioeduca 2025, 2024, você vai ver a evolução que a gente está conseguindo fazer com esse material. E aí, por conta de eu ser produtora de material, eu acho que me forçou a usar IA. Embora todo mundo já usasse para essa coisa de e-mail, produção de texto, produção de relatório, eu ficava desconfiada. Ficava desconfiada. Sabe o que ela fazia? Agora não. Mas aí você entende que ela não vai fazer aquilo que você não direcionou ela para fazer. Você continua no controle. Acho que as pessoas tinham um pouco de medo de perder o controle da tal, o controle do que está sendo escrito, mas é falta de conhecimento. A gente vê que ela não faz nada fora do que você combinou.

Fonte: Produzida pela autora.

No relato de **P7**, a dificuldade em identificar uma primeira aplicação específica revela que o uso das tecnologias digitais ocorreu de forma anterior e difusa, marcada por limitações estruturais e técnicas. Ao afirmar que *"a gente tinha que esperar carregar, [...] até mesmo um vídeo que tu ia olhar no computador com eles, era um parto"*, a professora evidencia que a precariedade da infraestrutura tecnológica influenciava tanto o planejamento quanto a execução das atividades. A menção à necessidade constante de um "plano B" reforça que, nesse contexto, o TK era condicionado pelas restrições institucionais, o que dificultava uma integração com o PK e o conteúdo matemático (CK).

Já **P8** descreve uma primeira aplicação mais diretamente relacionada ao uso da IA no apoio à elaboração de atividades didáticas. Ao relatar que *"joga esse material lá pra Inteligência Artificial, e ela vai elaborando questões"*, o professor demostra o uso da IA como suporte ao planejamento e à organização das aulas, especialmente na criação de listas de exercícios. Ao solicitar que a ferramenta resolvesse as questões *"passo a passo"*, o professor demonstra a intenção de usar a IA como apoio ao ensino, alinhando-a aos objetivos da aula.

Ainda assim, a mediação docente continua sendo necessária, tanto na validação das respostas quanto na organização das atividades em grupo e na execução prática em sala.

Por sua vez, **P19** relaciona sua primeira aplicação da IA à produção de materiais didáticos oficiais, vinculada à sua atuação como produtora de conteúdo educacional. Ao afirmar que *"na criação de materiais"* foi onde iniciou o uso da IA, o professor destaca que a ferramenta passou a ser incorporada como apoio à autoria e à organização de materiais inéditos, contextualizados à realidade local, onde vemos a presença do Conhecimento Contextual. Além disso, ao reconhecer que a IA *"não vai fazer aquilo que você não direcionou ela para fazer"* e que o controle permanece com o professor, **P19** evidencia uma compreensão mais aprofundada do papel da mediação docente, o que favorece uma articulação mais equilibrada entre TK, PK e CK.

A partir das primeiras aplicações relatadas buscou-se aprofundar a compreensão sobre as percepções dos docentes em relação a esse momento inicial de contato com a Inteligência Artificial. Para isso, foi feita a seguinte pergunta: *"A partir da resposta anterior, como foi essa experiência inicial?"*. As respostas evidenciam impressões, desafios e potencialidades percebidas pelos professores nesse primeiro uso da IA em sala de aula, contribuindo para a compreensão do processo de apropriação dessa tecnologia no ensino de Matemática. Destacam-se, a seguir, trechos das falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 21 - Experiência inicial dos Professores entrevistados diante da primeira aplicação realizada utilizando IA em suas aulas.

Professor	Trecho
P7	O que eu observei dos meus alunos naquela época, é que para eles era tipo assim como se eles hoje fossem viajar para a lua, mas para ele era como se fosse algo de outro mundo, porque a maioria dos alunos ninguém tinha acesso a computador então era um diferencial. Hoje a gente sabe que os nossos alunos no celulares tem um computador, é um computador, né? Naquela época tinha gente que tinha medo de apertar um botão para ligar, tinha medo de digitar, tinha medo de tudo, sabe? Então para eles foi acho que mais interessante até do que atividade que eu preparei, foi esse contato com a tecnologia que na época era um computador bem simples, que nem tinha metade do que tem hoje nos que tem aqui no laboratório hoje, sabe? Então eu acho que o primeiro impacto nem foi tanto a minha atividade, mas foi esse primeiro contato deles de poder mexer num computador, sabe?

P8	Para mim foi um avanço, né? Porque você interagir e trazer os alunos ali de uma forma consciente de que eles têm que realmente exercer a função como estudantes, que é estudar e fazer esses exercícios, né? Que eu coloquei para eles lá. E indicar para eles que também podem fazer a mesma coisa de forma autodidata. Ali, em torno de 2% a 3%, 5% da turma começou a me trazer trabalhos para tirar essas dúvidas também.
P19	Então, eu era um pouco aberta. Eu usava, por exemplo, o GeoGebra há mais de 10 anos nas minhas aulas. Eu comecei a tentar usar o software de realidade aumentada, mas eu tive mais dificuldade por conta dos alunos, que os alunos não tinham todo o celular, que isso suportava a realidade aumentada. Então, meio que eu fico um pouco de lado. Mas o GeoGebra, não. Eu conseguia baixar no aplicativo do celular do aluno e se não conseguia baixar no celular do aluno, eu conseguia projetar. Então, funcionou melhor, no meu caso. Na minha experiência. Então, eu já era aberta. Então, não sofri muito. Não sofri. Eu fui lá no primeiro dia, o aluno me deu a resposta, eu gostei. É isso aí. Pode saber o potencial. Pô, cara, isso aqui dá pra fazer qualquer tipo de coisa que eu saiba pela minha cabeça. Foi isso. Eu fiz. Foi um pouco. Esse material, do jeito que eu pensei nessa aula, eu fiquei procurando. Não, ela cria pra mim. Então, eu acho que isso aí é fantástico. Você descobrir que ela faz aquilo que você pensou.

Fonte: Produzida pela autora.

O professor **P7** diz que a experiência inicial é descrita como um momento de forte impacto para os alunos, sobretudo pelo primeiro contato com o computador, em um contexto no qual muitos estudantes não tinham acesso prévio a esse tipo de tecnologia. Ao afirmar que, para os alunos, o uso do computador era *"como se fosse algo de outro mundo"* e que *"o primeiro impacto nem foi tanto a minha atividade, mas foi esse primeiro contato deles"*, a professora evidencia que o aspecto tecnológico se sobrepôs, inicialmente, ao pedagógico. Nesse caso, o TK assume papel central, enquanto a articulação com o conteúdo matemático (CK) e com estratégias pedagógicas (PK) ocorre de forma secundária, mediada pela novidade e pelo encantamento com o recurso.

O professor **P8** avalia sua experiência inicial de forma positiva, associando o uso da IA a um avanço no envolvimento dos estudantes com as atividades propostas. Ao destacar que buscou trazer os alunos *"de uma forma consciente"* para exercerem seu papel como estudantes e que uma parcela da turma passou a procurar o professor para sanar dúvidas, o docente indica que a experiência favoreceu práticas mais autônomas, ainda que restritas a um grupo pequeno. Esse relato evidencia uma tentativa de integração entre TK e PK, na qual a IA é utilizada como suporte à aprendizagem, embora seus efeitos ainda sejam desiguais entre os estudantes.

Por sua vez, **P19** descreve uma experiência inicial mais fluida e segura, sustentada por sua familiaridade prévia com tecnologias digitais, especialmente o GeoGebra. Ao afirmar que já utilizava o software *"há mais de 10 anos"* e que não enfrentou grandes dificuldades, a professora evidencia um TK consolidado, que facilita a incorporação de novas ferramentas. A fala *"você descobrir que ela faz aquilo que você pensou"* revela o reconhecimento do potencial da IA como extensão do planejamento docente, reforçando a centralidade da mediação pedagógica e do conhecimento de conteúdo na orientação da ferramenta.

Com a finalidade de identificar as ferramentas e plataformas de IA utilizadas pelos docentes, bem como os critérios que orientaram essas escolhas, foi proposta a seguinte pergunta: *"Quais ferramentas ou plataformas de IA você utiliza em suas práticas pedagógicas? Por que escolheu essas ferramentas?"*. As respostas evidenciam diferentes opções tecnológicas, relacionadas a aspectos como acessibilidade, facilidade de uso e potencial pedagógico no ensino de Matemática. Nesse sentido, as falas dos professores entrevistados foram:

Tabela 22 - Ferramentas ou plataformas de IA utilizadas nas práticas pedagógicas pelos Professores entrevistados.

Professor	Trecho
P7	Assim, em função das atividades como eu te disse, eu gosto, uma das coisas que eu oriento também meus alunos, é a gente usar o ChatGPT porque a gente sabe que está aí, a gente não vai fugir disso, né? Mas orientando eles agora, a gente fez um trabalho agora sobre os jogos africanos que onde é que eu utiliza matemática nos jogos africanos, eles tiveram que relacionar a matemática com o conteúdo e daí eles disseram Profe a senhora perguntou tal coisa não tem no Google, daí eu disse então eu vou fazer o seguinte então daí eu comecei a orientar eles no ChatGPT como usar, a questão de como elaborar uma pergunta, porque isso é uma dificuldade dos nossos alunos, eles não sabem elaborar, igual eles disseram Professora ele não respondeu em cima como é que tu perguntou, né? Com todo esse processo, então eu acabo usando mais assim essas ferramentas, tá? É o ChatGPT para orientar eles, e pra mim também que depois eu acredito que já vai vim as perguntas na sequência depois e com eles também daí ele saber fazer, o professor de português a gente tem um trabalho junto eu e ele. É nesse sentido, elaborar perguntas porque vai ajudar na minha disciplina mas vai ajudar na dele também, sabe? Porque é uma dificuldade como os alunos não têm leitura, os nossos aqui, a gente é de uma escola que tem bastante vulnerabilidade também um bairro, sabe? Então assim, eles é tudo abreviado é aquela função que acontece de WhatsApp depois ou preencher o correta vai preenchendo automaticamente quando tu vai escrevendo as mensagens, então a gente também a gente trabalha daí junto nessas outras ferramentas, não só matemática mas essa questão também, para ajudar eles a fazer um currículo, também

	a gente acaba usando que tem um currículo pronto pra eles preencher, então a gente também usa isso não só matemática em si da minha disciplina, sabe? Mas porque a gente tem alguns aqui muitos alunos nossos que não vão continuar estudando, sabe? Então a gente acaba dando no fundamental um pouquinho às vezes fugindo até do conteúdo, mas pra que eles tenham um pouquinho de sequência, sabe? Então eu uso o ChatGPT, eu uso alguns sites de jogos, a gente usa a própria máquina do computador mas tem alguns que são que vieram por serem computadores na área de educativos, né, tem os programas educativos, daí a gente acaba usando esses assim.
P8	Teachy e Khan Academy, eles possuem lista de exercícios e auxiliam no planejamento das aulas.
P19	Então, uma coisa assim, a gente vem pelos colegas, os amigos usam. Aí, meu colega usava só o ChatGPT. Cara, o ChatGPT tem algumas limitações na questão das referências. E aí, a importância também daquilo pra você saber pedir a sua ideia. Eu, uma vez, pedi um texto só que eu falei assim, usa referência do fulano de tal. Não deu a referência do fulano de tal, era qualquer outra pessoa e não me deu a resposta do teórico que eu pedi. Mas eu conheci o teórico e eu sabia que aquele texto não estava de acordo com o teórico. Aí, eu fui migrar pro Gemini ou mudei pra... Quando eu vou pra planejar aula, eu faço no teachy também. Eu faço os dois. Então, é um uso de um, jogo de um lado pro outro. Já tava meio esquecido de jogar de um lado pro outro.

Fonte: Produzida pela autora.

No relato de **P7**, o planejamento assume um caráter formativo e orientador. A professora não apenas utiliza o ChatGPT, mas ensina explicitamente os alunos a formular perguntas, reconhecendo essa ação como uma dificuldade central do grupo. Ao relatar que os estudantes afirmam que *"ele não respondeu em cima de como é que tu perguntou"*, **P7** mostra que o uso da IA exige competências que extrapolam o conteúdo matemático, como leitura, escrita e organização do pensamento. Além disso, o planejamento se configura como interdisciplinar, ao ser desenvolvido em parceria com o professor de Língua Portuguesa, e contextualizado, ao considerar a vulnerabilidade social dos alunos e a necessidade de trabalhar habilidades práticas, como a elaboração de currículos. Nesse caso, a tecnologia é integrada ao planejamento como meio para desenvolver competências cognitivas, linguísticas e sociais, e não apenas como recurso didático pontual.

Já **P8** apresenta um planejamento operacional e estruturado, no qual plataformas como Teachy e Khan Academy são utilizadas para organizar listas de exercícios e apoiar a preparação das aulas. O docente utiliza essas ferramentas como suporte direto à prática pedagógica, delegando à tecnologia parte da organização das atividades. Essa escolha revela um

planejamento que prioriza a sistematização do trabalho docente, com a tecnologia atuando como elemento central na estruturação das aulas.

Por outro lado, **P19** demonstra um planejamento crítico e reflexivo, marcado pela escolha entre alternar por diferentes ferramentas. A professora reconhece as limitações do ChatGPT, especialmente no uso de referências teóricas, e afirma a necessidade de domínio prévio do conteúdo para avaliar a adequação das respostas geradas. Ao migrar entre ChatGPT, Gemini e Teachy, **P19** assume uma postura crítica e avaliativa ao usar, na qual a tecnologia não substitui o conhecimento docente, mas o exige. O planejamento, nesse caso, é flexível e fundamentado, apoiado na avaliação constante das possibilidades e restrições de cada ferramenta.

Buscando compreender os possíveis impactos do uso da IA no desempenho e no engajamento dos estudantes, foi realizada a seguinte pergunta: *"Você observou alguma mudança no desempenho e engajamento dos alunos desde a introdução da IA nas aulas de matemática?"*. As respostas indicam percepções variadas dos docentes, envolvendo aspectos relacionados à participação, ao interesse e à compreensão dos conteúdos matemáticos. Assim, as falas dos professores entrevistados foram:

Tabela 23 - Mudança no desempenho e engajamento dos alunos desde a introdução da IA nas aulas de matemática pelos professores entrevistados.

Professor	Trecho
P7	Sim sim, claro que tem alguns conteúdos que não são tantos né, mas no geral, o engajamento melhorou bastante porque eles já estão meio habituados que quando a gente vê um conteúdo novo, depois que eles aprendem bem ele em sala de aula, que eles conseguem fazer o exercício sozinho aí a gente vai ter aula no laboratório então, sabe? Eles sabem mais ou menos um roteiro de como vai proceder então, eles acabam fazendo a atividade em sala de aula porque a gente quase não manda temas porque os nossos alunos também não trazem pronto, tá? Então não tem esse hábito de em casa as famílias não tem de cobrar, então a gente faz em sala, então eles sabem que eles tem que trabalhar em sala de aula, quanto mais eles renderem na sala de aula, eles vão ter oportunidade de vim pro laboratório. Geralmente a gente eu venho no dia que eu tenho dois períodos junto, porque se senão até liga o computador, acesso a internet né, sempre demora um pouquinho 50 minutos não dá nada, então quando é dois períodos a gente consegue fazer um trabalho bem bom que daí a gente retoma toda parte que foi trabalhar na sala, um joguinho, dois joguinhos, tres joguinhos, *ah prof dá pra ficar dentro desse tema* porque sempre aparece vários ali, tendo neste tema, cada um pode jogar um, desde que tenha joguinhos diferenciados, eles podem jogar, não precisa ser todos o mesmo joguinho agora, sabe? Que daí vai surgindo as dúvidas, *Profe* ai eu vou atender eles individualmente, a gente observa

	essa diferença na sala, no sentido deles tentarem resolver as atividades lá da sala de aula para poderem ir ao laboratório. Então uma coisa ajuda a outra.
P8	Sim. Principalmente na aula de finanças, né? Que é um tema eletivo lá dentro do colégio. E educação financeira, né? Eu não tinha muito contato, assim, com educação financeira. Eu tive que me aprofundar de forma rápida. Então a IA me ajudou bastante.
P19	Eu acho que sim. Primeiro porque eles já sabiam o que eu usava. Então, eles... Eu acho que o mais... Eu dava aula pro nono. O nono, que era mais independente, tinha uma relação mais madura. Eles conseguiam usar mais o celular sem ter essa coisa. O último trabalho que eu fiz antes de sair de um festival de matemática foi o que eles pesquisaram na IA. Eu falei, não, você pode pesquisar. Mas tem que conferir as referências. Escreve direito o que você quer. Porque um grupo foi falar... Cada grupo tinha que falar sobre uma coisa, produzir um texto. Ela produz. Então, assim... Imagina o nono ano, que o pessoal é maduro, consegue usar, consegue dar o comando. Os sétimo ano não vão conseguir fazer esse tipo de trabalho. Mas o nono conseguiu. Eu já estava começando a desenvolver alguma coisa nessa área, mas ele saiu.

Fonte: Produzida pela autora.

No relato de **P7**, o engajamento dos alunos ocorre porque a professora organiza o uso do laboratório como parte do percurso didático, articulando PK e TK de forma deliberada. Ao relatar que os estudantes já conhecem o "roteiro" das aulas e se esforçam para resolver as atividades em sala para acessar o laboratório, **P7** demonstra domínio de TPK, ao empregar a tecnologia como estratégia para incentivar a participação e compromisso com as tarefas. Além disso, ao utilizar jogos digitais alinhados aos conteúdos trabalhados, o professor promove a integração entre TK e CK, caracterizando uma prática de TPACK, na qual a tecnologia pode reforçar a compreensão do conteúdo matemático.

Para **P8**, a IA atua diretamente na ampliação do CK do professor, especialmente no ensino de educação financeira. Ao afirmar que precisou aprofundar-se rapidamente no conteúdo e que a IA *"ajudou bastante"*, evidencia-se uma relação direta entre TK e CK. Esse domínio do conteúdo, ao ser mediado pela tecnologia, pode impactar o planejamento das aulas, configurando uma articulação entre TCK e PK, na medida em que o recurso tecnológico sustenta decisões pedagógicas voltadas ao ensino de um conteúdo específico.

Já para **P19**, observa-se o uso do TPACK, sustentado pela mediação do professor do uso da IA. Ao permitir a pesquisa com IA apenas mediante critérios como a conferência de referências e a formulação adequada dos comandos, o professor utiliza o PK para ajustar o uso do TK em função do CK. Além disso, ao diferenciar as possibilidades de uso entre turmas de

sétimo e nono ano, **P19** demonstra que a integração tecnológica depende do nível de autonomia dos estudantes, reforçando que o TPACK se concretiza quando o professor controla o processo e define intencionalmente como a tecnologia participa da aprendizagem matemática.

Com o objetivo de compreender como os docentes percebem o ensino de Matemática mediado pela Inteligência Artificial a partir do ponto de vista dos estudantes, foi proposta a seguinte pergunta: *"Como você percebe o ensino de Matemática a partir do uso de IA, pelo ponto de vista dos estudantes?"*. As respostas evidenciam percepções relacionadas à forma como os alunos se apropriam dessa tecnologia, bem como às mudanças observadas na interação com os conteúdos matemáticos e nas dinâmicas de aprendizagem. As falas dos professores entrevistados foram:

Tabela 24 - Como os professores entrevistados percebem o ensino de Matemática a partir do uso de IA, pelo ponto de vista dos estudantes.

Professor	**Trecho**
P7	Então se tem um bom rendimento, eles vão pra sala de informática, assim para que daí eles gerem essa recompensa e também com o aprendizado, certo? Certamente, porque acaba que a gente, *ah não se deve negociar com os alunos* mas infelizmente a gente precisa, ainda mais porque eles vem com que a matemática é um bicho de sete cabeças, então graças a Deus que a gente tem o laboratório, tem a IA, tem as tecnologias que a gente pode fazer esse jogo sem ser o joguinho de sala de aula. Então que bom, com certeza se eu adotar um jogo na sala e um jogo aqui, eles vão querer no laboratório sem dúvida nenhuma, né? Então com certeza tem esse retorno.
P8	No ponto de vista deles, eu ainda vejo que eles usam a IA de forma aleatória. Eles não fazem com um objetivo fixo. De explorar, de saber, né? A maioria das ferramentas, tipo, por exemplo, o GeoGebra, eles não tinham conhecimento. Embora o livro referência falava sobre o GeoGebra.
P19	Eu não consegui perceber a mudança, porque a gente só usou dessa vez no festival de matemática. E eles se surpreenderam. Eles pensavam que eu não ia sugerir. Senti esse impacto. Dizia assim, como você está deixando usar ChatGPT... Você quer? Mas é isso que eu expliquei. Você vai conferir as informações. As informações não são... Aqui e ali são totalmente verdade. Você tem que ver. Porque ela usa um pouco pela internet. Então, partiu também um pouco para essa discussão. Então, acho que a gente ficou só nesse pedido da surpresa e das discussões.

Fonte: Produzida pela autora.

A prática de **P7** evidencia uma articulação entre os três conhecimentos, ao afirmar que *"se tem um bom rendimento, eles vão pra sala de informática"*, a professora assume a

tecnologia como parte de sua estratégia, utilizando-a como recurso de motivação e organização do trabalho em sala. Essa escolha decorre de uma decisão pedagógica (PK) voltada a enfrentar a resistência dos alunos à Matemática, descrita pela própria docente como a percepção de que a disciplina é *"um bicho de sete cabeças"*. Fazendo com que o uso de jogos digitais e da IA ocorra de forma orientada por objetivos de aprendizagem vinculados ao CK.

Em sentido oposto, a fala de **P8** explicita a inexistência dessa articulação quando os alunos utilizam a IA. Ao afirmar que eles *"usam a IA de forma aleatória"* e *"não fazem com um objetivo fixo"*, o professor reconhece que o TK, quando não mediado pelo PK, não se transforma em aprendizagem matemática. Além disso, ao relatar que os estudantes desconheciam o GeoGebra, mesmo sendo mencionado no material didático, **P8** evidencia uma ruptura entre CK e TK. Nesse caso, a tecnologia permanece desconectada do ensino de Matemática e não assume função pedagógica.

Já a experiência relatada por **P19**, embora pontual, revela uma atuação docente que mantém o controle pedagógico sobre o uso da IA. Ao permitir o uso do ChatGPT e, simultaneamente, orientar os alunos a *"conferir as informações"*, a professora utiliza o PK para regular o TK, evitando que a tecnologia substitua o pensamento matemático. Ainda que a docente afirme não ter percebido mudanças significativas na aprendizagem, *"a gente só usou dessa vez no festival de matemática"*, a prática desenvolvida promoveu discussões sobre confiabilidade das informações e responsabilidade no uso da IA.

Com a finalidade de identificar os principais obstáculos enfrentados pelos docentes no processo de integração da Inteligência Artificial ao ensino de Matemática, foi feita a seguinte pergunta: *"Quais foram os maiores desafios que você enfrentou ao integrar IA no ensino?"*. As respostas revelam dificuldades de natureza pedagógica, técnica e institucional, evidenciando aspectos que influenciam a adoção e o uso efetivo dessa tecnologia no contexto escolar. Com isso, as falas dos professores entrevistados foram:

Tabela 25 - Os maiores desafios enfrentados pelos professores entrevistados ao integrar IA no ensino.

Professor	Trecho
P7	Como eles estavam habituados por exemplo no celular, o que eles vão jogar, eles vão jogar sei lá MineCraft, essas coisas assim que eles gostam de jogar. Então desafios assim eles saberem ouvir que agora a gente vai ligar o computador, a gente vai entrar no Google, a gente vai digitar tal coisa, e vai entrar em tal site lá que tem os jogos de matemática, sabe? Então esse foi um desafio deles tipo ouvirem a informação que estava sendo dada e fazer aquilo. Porque qual era a tendência dele

	nas primeiras vezes que a gente veio no laboratório, era eu virava as costas e eles tentarem jogar outro jogo que eram os que ele gostavam. Eles deixavam o que que eles faziam, alguns espertinhos, eles deixavam duas, três abas abertas e quando eu me virava eles apertavam na aba que estava o jogo da matemática, né. Então essas coisas foi um desafio no início, mas agora não, eles já estão habituados que eu até às vezes, como eu disse para ti, a gente negocia *ah 5 minutos no final da aula, 10 minutos vocês vão ter um tempo livre porque teve produção, teve retorno de vocês, vocês conseguiram aprender, entendeu o conteúdo que era o objetivo* então, às vezes acontece deu até negociar no final quando é dois períodos inteiros que a gente fica aqui nesse sentido, porque tem produtividade, porque senão eles vão ficar todo tempo indo e vindo e não fazem nem o meu jogo que eu quero que é o meu objetivo e nem o jogo deles, então a gente negocia nesse sentido para pros dois serem beneficiados.
P8	A coordenação. A coordenação e a direção. Eu acho que quando uma coisa é nova, todo mundo rejeita. O novo sempre é rejeitado. E uma outra coisa também que tá muito em evidência também é o seguinte, o fato de eu ter 56 anos, alguns acharem que eu não consigo me adaptar ao novo.
P19	Então, assim... Essa dificuldade... Por exemplo, meus alunos usam calculadora desde os 7. Eu já uso calculadora, mas ainda é uma barreira. O uso da tecnologia em sala de aula, seja da calculadora, seja do programa... A coordenadora da minha escola era professor de matemática. Então, algumas vezes ele assistia a aula para dar uma olhada e um dia ele marcou para assistir e eu levei o Geogebra para procurar a equação do segundo grau. Mas aí eu fiz toda uma dinâmica. Eu fiz papel, que a minha escola ainda usa o papel, uma coisa natural aí. Eu sorteava a equação e eles ganharam o papel, o gráfico, as coordenadas do verso. Então, eles tinham que descobrir se o grupo deles estava com a solução daquela equação que eu sorteava. Ele fazia na mão e eu tinha que conferir no celular no GeoGebra. Então, o coordenador ficou meio surpreso quando todo mundo tirou o estilo do celular para conferir a equação, se estava certo quem botou no quadro que o grupo foi lá colava no quadro embaixo da equação gráfica, não sei o quê. Falava tudo bonitinho e depois eu jogava no GeoGebra para eles conferirem. Aí o coordenador estava meio surpreso. Todo mundo com o celular fazendo no GeoGebra.

Fonte: Produzida pela autora.

Os desafios enfrentados pelos professores na integração das tecnologias e na IA, não se restringem aos estudantes, mas atravessam também as dimensões institucionais e culturais do contexto escolar. Para **P7**, o principal obstáculo inicial não esteve no CK, mas na gestão do uso do TK pelos alunos. Ao relatar que "*eles tentavam jogar outro jogo*" e que "*deixavam duas, três abas abertas*", a professora explica a ausência inicial de TPK. A superação desse desafio ocorre por meio de decisões, como a negociação de tempo e a definição de critérios de produtividade, o que possibilita alinhar o uso da tecnologia aos objetivos matemáticos (CK).

Por sua vez, **P8** relata que o desafio se desloca para o nível institucional e profissional. Ao afirmar que "*a coordenação e a direção*" resistem ao novo e mencionar que sua idade é utilizada como argumento para desacreditar sua prática, o professor expõe barreiras externas ao TPACK, relacionadas à cultura escolar e também associarmos ao Conhecimento Contextual. Nesse caso, o domínio do TK e do PK pelo docente não garante, por si só, a integração da tecnologia, pois a ausência de apoio institucional compromete as práticas no cotidiano escolar.

A experiência de **P19** demonstra uma articulação entre os três conhecimentos, mesmo diante de resistências iniciais. Ao descrever a atividade em que os alunos resolvem equações manualmente e utilizam o GeoGebra para conferência, *"todo mundo com o celular fazendo no GeoGebra"* a professora assume a tecnologia como recurso de validação conceitual, e não como substituição do raciocínio matemático. A dinâmica planejada evidencia **TCK**, ao relacionar representações algébricas e gráficas, e **TPK**, ao estruturar uma atividade colaborativa entre os alunos.

Com o intuito de compreender os percursos formativos que possibilitaram o uso da IA na elaboração das aulas, foi proposta a seguinte pergunta: *"Que tipo de formação foi necessária para que você pudesse utilizar IA na elaboração das suas aulas?"*. As respostas evidenciam diferentes experiências de formação, envolvendo iniciativas formais e informais, bem como processos de autoformação, que contribuíram para a apropriação dessa tecnologia no ensino de Matemática. As falas dos professores entrevistados foram:

Tabela 26 - Formação que foi necessária para que os professores entrevistados pudessem utilizar IA na elaboração das suas aulas.

Professor	Trecho
P7	É correr atrás.
P8	No Teachy, eu também tenho os cursos do Teachy, né? Lá, como professor, utilizar a inteligência artificial. Pra que serve a inteligência artificial? Como que ela é vista da forma humana, né? Na questão de machine learning, né? Na questão de aprendizado, propriamente dito, né? E como que a gente construção da pergunta lá no PROMPT?

P19	Da IA especificamente foi mais na tentativa. Mas em 2021, na pandemia, o pessoal do fundo da UFRJ fez um curso de novas tecnologias. Foi onde eu conheci o Désmo. Eu já conheci o Geogebra, mas o Désmo foi muito maravilhoso. Maravilhoso conhecer o Désmo. Eu podia fazer toda a responsabilidade do Désmo. Não consegui, mas eu poderia fazer. Então eles fizeram um curso como montar aula no Google Classroom. Então assim, eu já tinha um bom domínio disso. Mas assim, nada como você vai aprender. Eu acho que esse curso me ajudou agora com a IA. Eu já fiz um montão de programas, conheci, como que foi um desafio, né? A gente monta aula, jogar péssimo. E as minhas aulas eram maravilhosas, lindas. Pena que ninguém via. Mas eram lindas. Pensa, eu botava um experimento com o Geogebra, botava um vídeo do Geogebra, uma explicação, era linda. Mas ninguém via. Mas assim, me preparou. Pra fazer agora com a IA. Então acho que o curso foi um diferencial sim. Na época não tinha IA, um ensino de matemática.

Fonte: Produzida pela autora.

Para o professor **P7**, a resposta curta *"é correr atrás"*, expressa uma postura ativa frente às demandas tecnológicas, na qual o desenvolvimento do TK ocorre por iniciativa própria, sem mediações das instituições. Essa postura revela que a integração tecnológica depende diretamente do engajamento individual do professor, ainda que isso implique processos formativos.

Segundo **P8**, a formação aparece de maneira estruturada e diretamente relacionada ao uso da IA. Ao relatar a participação em cursos do Teachy voltados à compreensão da IA, do *machine learning* e, sobretudo, da elaboração de *prompts*, o professor evidencia o desenvolvimento consciente do TK articulado ao PK. O domínio da construção de perguntas no *prompt* permite direcionar a ferramenta de acordo com objetivos pedagógicos específicos.

Já **P19** apresenta um percurso formativo, iniciado antes da consolidação da IA, mas fundamental para sua apropriação posterior. Ao mencionar cursos realizados durante a pandemia, voltados ao uso de tecnologias como Desmos, GeoGebra e Google Classroom. O professor fala sobre a construção progressiva do TK integrado ao PK. Mesmo reconhecendo limitações na implementação à época, essa formação prévia possibilitou compreender o potencial das ferramentas digitais e facilitou a incorporação da IA.

Com o objetivo de investigar se as experiências com o uso da Inteligência Artificial têm sido socializadas entre os docentes, foi realizada a seguinte pergunta: *"Você tem compartilhado experiências com outros professores sobre o uso da IA na educação?"*. As respostas permitem compreender em que medida ocorre a troca de experiências, saberes e práticas entre pares, bem

como os espaços e contextos em que essas discussões têm sido promovidas. Destacam as falas a seguir.

Tabela 27 - Formação que foi necessária para que os professores entrevistados pudessem utilizar IA na elaboração das suas aulas.

Professor	Trecho
P7	Assim, o que acontece como a gente tem aqui, eu venho na escola um dia da semana eu venho inteiro, porque nossa escola é integral então nesse dia eu tenho contato com os professores dos anos iniciais e eu sempre fui uma pessoa que quando eu acho alguma coisa que serve pros meus colegas eu partilho, então o que eu acho às vezes eu tô procurando uma atividade pros meus alunos lá de um certo conteúdo e eu lá procurando nas minhas pesquisas, tanto faz lá no de jogos ou até na própria internet mesmo que eu achei ou recebi no Instagram uma informação que eu a gente entra em grupos de da matemática que vem vem daí vem sugestões de jogos de coisas né, então sempre o que que acontece a gente tem um grupo dos professores e a gente vai partilhando, sabe? Ou às vezes ai específico pro segundo ano então eu vou lá e compartilho com a prof no segundo ano, então geralmente assim é pelo WhatsApp que a gente faz, claro que a gente faz a troca com os professores de matérias iguais mas é que sempre surge coisas de materiais dos outros professore de outros assuntos e no intervalo não temos tanta troca, mas igual como professor Lucas de Portugues a gente faz muito isso, ele está procurando um conteúdo de portugues e apareceu um link de matemática que ele acha legal, ele partilha, então a gente faz a sua troca assim pelo WhatsApp, bem tranquilo com os Prof, sabe? E eu sempre gostei de fazer isso, partilhar o que não serve para mim mas que para alguém possa servir, né?
P8	Pouquíssimos. Pouquíssimos, porque assim, eu só compartilho quando eu vejo alguém próximo do que eu sou. Com interesse igual. É, porque quando você vai compartilhar com quem não tem interesse, ele acha que você é metido, que você sabe mais e tudo mais, né?
P19	Então, eu agora tô saindo, eu saí dessa área agora um mês. Mas como eu era do reforço, da equipe do reforço do Rio, então eu fazia as mesmas. Dando formação. E eu colocava isso no material. Eu tenho... A professora aqui, segue a sugestão. Clique aqui, veja uma aula. Veja alguém que já fez. Então eu tava sempre embutindo no material aí essas orientações para o professor. Os colegas da rede. A gente tem um grupo de professores também que a gente compartilha bastante coisa.

Fonte: Produzida pela autora.

As falas evidenciam que o compartilhamento de práticas/planejamentos relacionados ao uso de tecnologias e IA ocorre de forma desigual e está diretamente condicionado à cultura colaborativa existente entre os docentes. Para **P7**, aparentemente a troca com outros docentes ocorre de forma frequente, sustentada por decisões pedagógicas (PK) e pelo domínio do TK.

Ao relatar que *"sempre que eu acho alguma coisa que serve pros meus colegas eu partilho"*, o professor transforma o seu uso individual da tecnologia em prática coletiva, ampliando a circulação do TPACK no contexto escolar. O compartilhamento via WhatsApp e a articulação entre diferentes áreas do conhecimento fortalecem a integração entre PK e TK, ainda que nem sempre haja vínculo direto com o CK de Matemática.

Em contrapartida, **P8** aponta uma postura restritiva em relação ao compartilhamento, *"só compartilho quando eu vejo alguém próximo do que eu sou"*, revela um isolamento que pode limitar a circulação também do TK. Essa escolha não decorre de desconhecimento tecnológico ou pedagógico, mas de experiências anteriores de desvalorização profissional, o que impede as práticas colaborativas.

A atuação de **P19** evidencia uma posição institucionalizada de mediação pedagógica. Ao relatar que *"colocava isso no material"* e oferecia orientações explícitas aos colegas da rede, a professora assume o papel de formadora, promovendo a articulação entre PK e TK em larga escala. A inserção de sugestões, links e exemplos de aulas nos materiais oficiais evidencia uma prática alinhada ao TPACK, na qual o uso da tecnologia é pensado para apoiar o ensino de Matemática para outros docentes.

Observa-se assim, um compartilhamento de experiências constitui um elemento decisivo para a expansão do TPACK. Quando há abertura à colaboração, como para **P7** e **P19**, o TPK se fortalece. Quando essa troca é limitada, como para **P8**, o uso da tecnologia permanece restrito ao Professor, reduzindo seu impacto formativo no coletivo docente.

A partir do compartilhamento e do contato com outras experiências docentes relacionadas ao uso da IA, buscou-se compreender possíveis influências dessas práticas na atuação profissional dos professores. Para isso, foi feita a seguinte pergunta: *"Ao compartilhar e conhecer outras práticas, estas têm alguma influência na sua ação docente?"*. As respostas indicam de que modo a troca de experiências contribui para reflexões, ajustes e ressignificações das práticas pedagógicas no ensino de Matemática. As falas dos professores **P7**, **P8** e **P19** foram:

Tabela 28 - Como os professores entrevistados compartilham e conhecem outras práticas e estas têm alguma influência na sua ação docente.

Professor	Trecho
P7	Tem, tem porque na verdade assim, eu acho que tanto pessoalmente né, porque aquilo que eu partilhei com alguém foi útil, então isso pra mim como pessoa eu já tô me sentindo melhor, sabe? porque assim como os colegas quando partilham é tão gostoso quanto recebe uma coisa diferente, que às vezes tu tava até tava precisando daquilo e daí tu pesquisou de repente, assim como as crianças fazem a gente também pesquisa errada às vezes né, muitas vezes. A gente escreve, a gente pensou que escreveu uma coisa e escreveu outra, então esse momento é muito importante sim. É gostoso, eu acho que é, não só profissionalmente mas bom para eu como pessoa, é importante isso também.
P8	Aí, quando você começa a debater esses assuntos assim, com alguns professores que se interessam e tudo mais, aí sim, aí existe o processo de troca de ideias, de crescimento intelectual e tudo mais. Fora isso, a gente tem o processo de transformação. Crescimento intelectual e tudo mais. Fora isso, eu não consigo.
P19	Você acaba copiando muita coisa do colega, né? O colega produz uma coisa, aí tu fala, não, dá certo, vou fazer também. Aí tu faz, não fica exatamente igual, mas aí você vai por outro caminho e as pessoas vão trocando. E o Rio agora tem deixando um pouco também essas formações. A gente tem a Paulo Freire, que é uma escola de formação aqui no Rio. E a gente tem uma equipe que visita a escola, leva essas ideias, leva esses produtos e o trabalho de formiguinha nas escolas, entendeu?

Fonte: Produzida pela autora.

Os relatos de **P7**, **P8** e **P19** evidenciam que o desenvolvimento das competências relacionadas ao uso de tecnologias, inclusive da IA, não ocorre de forma isolada, mas em contextos de troca, partilha e formação continuada, o que impacta diretamente a constituição do TPACK.

No discurso de **P7**, a dimensão colaborativa aparece como elemento formador: *"aquilo que eu partilhei com alguém foi útil, então isso pra mim como pessoa eu já tô me sentindo melhor"*. Esse trecho revela que o compartilhamento de práticas não é apenas técnico, mas também identitário. A troca entre colegas fortalece a segurança profissional e contribui para o amadurecimento pedagógico. Quando o professor afirma que *"às vezes tu pesquisou errado"*, reconhece limites individuais e a importância do coletivo na validação e qualificação das práticas. À luz do TPACK, esse movimento favorece o desenvolvimento do TPK, pois o diálogo entre professores amplia repertórios metodológicos mediados por tecnologia.

Além disso, o reconhecimento de que *"é gostoso receber uma coisa diferente"* indica abertura para inovação pedagógica. Essa disposição é fundamental para a consolidação do TPACK, uma vez que o modelo pressupõe constante reorganização dos conhecimentos diante de novas ferramentas.

No relato de **P8**, a construção do conhecimento aparece diretamente relacionada ao debate: *"quando você começa a debater esses assuntos [...] aí existe o processo de troca de ideias, de crescimento intelectual".* Aqui, o crescimento intelectual mencionado pode ser interpretado como ampliação das interseções entre TK, PK e CK. O debate entre docentes permite não apenas conhecer ferramentas (TK), mas compreender suas implicações pedagógicas (TPK) e suas possibilidades em relação ao conteúdo específico (TCK). Entretanto, quando afirma *"fora isso, eu não consigo"*, evidencia-se que o desenvolvimento dessas competências ainda depende de espaços coletivos estruturados, sugerindo que o TPACK não se consolida apenas pela experiência individual.

Já no discurso de **P19** observa-se um processo mais orgânico de circulação de práticas: *"você acaba copiando muita coisa do colega [...] não fica exatamente igual, mas aí você vai por outro caminho".* Esse movimento demonstra que a apropriação não é mera reprodução, mas adaptação contextualizada. Ao modificar a atividade recebida, o professor mobiliza seu Conhecimento Contextual para ajustá-la à sua realidade, caracterizando um processo ativo de construção do TPACK.

P19 também menciona a existência de formações promovidas pela Escola Paulo Freire, vinculada à rede municipal do Rio de Janeiro: *"a gente tem a Paulo Freire, que é uma escola de formação aqui no Rio [...] leva essas ideias, leva esses produtos"*. A referência à Escola Paulo Freire evidencia a importância de políticas institucionais na consolidação do conhecimento tecnológico-pedagógico. A presença de equipes que visitam as escolas e realizam um *"trabalho de formiguinha"* demonstra que o desenvolvimento do TPACK pode ser fortalecido quando há mediação formativa sistematizada.

Por isso, Mishra e Koehler (2006) dizem que a concepção de que a oferta de oficinas ou programas formativos voltados apenas ao ensino de habilidades técnicas relacionadas a *hardware* e *software* seria suficiente para preparar professores para o uso pedagógico da tecnologia decorre de uma compreensão limitada do conhecimento necessário à docência mediada por tecnologias.

Assim, de forma geral, os três relatos indicam que o TPACK não se constitui apenas a partir da interação professor-tecnologia, mas também por meio de comunidades de prática,

trocas informais e programas de formação continuada. A colaboração aparece como elemento estruturante para que o conhecimento tecnológico seja integrado de maneira crítica e contextualizada ao ensino de Matemática.

4.2.3 Terceiro Bloco – Elaboração de Planos de Aula com IA

No terceiro bloco da entrevista, voltado à elaboração de planos de aula com o uso da IA, foi proposta a seguinte pergunta: *"De que forma o uso da IA tem influenciado na elaboração de seus planos de aula?"*. As respostas evidenciam diferentes contribuições da IA no planejamento docente, como o apoio à organização das aulas, à proposição de atividades e à adaptação de conteúdos às necessidades dos estudantes. Destacam-se as falas a seguir.

Tabela 29 - De que forma o uso da IA tem influenciado na elaboração de planos de aula dos professores entrevistados.

Professor	Trecho
P7	Ah sim ó, tem me ajudado bastante principalmente, o que eu faço, o chat eu uso ele bastante para a preparação de aula, então o que eu peço lá para ele?! *Ah números decimais, por exemplo, né?* Ai eu coloco lá o conteúdo que eu vou trabalhar, começar a trabalhar com a turma, eu peço sugestões por exemplo de no mínimo que os alunos têm que aprender daquele conteúdo, né? Por que depois eu faço até um comparativo com a BNCC, até pra gente não ficar tão repetitiva, porque na a BNCC aparece aquele código, uma montoeira coisa, vamos convir que aquilo é chato né mas faz parte da nossa docência né? Mas o Chat traz mais resumido e objetivo né, e daí eu sempre peço sugestões de atividades diferentes, de jogos que eu possa construir com eles, e até sugestões porque às vezes ele também sugere alguns sites de algumas coisas que possa ser feito pesquisa né? Então é nesse sentido, por quê me dá um norte pra mim não ficar repetitiva também, né em alguns assuntos porque às vezes é tão extenso lá na BNCC, mas é que eu posso suprimir algumas coisas e eles vão ter o necessário, e eu gosto bastante é os problemas. Gosto muito também, porque tu pode pedir se tu quer mais objetivo, se tu nao quer tão objetivo, se tu quer com alternstiva, se tu quer de responder então ele me ajuda bastante, eu gosto bastante nesse sentido assim, pelo o que ele me dar, eu uso livro didático uso também mas daí eu faço aquele esqueleto, e daí a partir daquilo eu vou lá no livro didático e eu vejo o que eu posso aproveitar, porque como vem o livro didático também a gente não pode deixar ele só, não uso todo, não uso, né pra alguns temas que eu acho que tá mais interessante lá então eu acabo fazendo esse paralelo daí pra poder, e eu gosto muito também é que eu preparo uma prova e depois eu peço pra ele fazer as outras provas, e com os outros conteúdos mais ou menos parecido com aquela prova, claro que às vezes eu não gosto, eu vou procurar outras coisas né normal, mas assim ele me dá até tipo sugestões de alternativas que às vezes a gente não pensa assim *ah tal conteúdo eu vou fazer só te responder*, não fazer marcar, caça-palavra, faz uma

	cruzadinha, faz então essas sugestões eu gosto porque sempre vem alguma coisa diferente sabe, eu tenho 40 horas em sala de aula então às vezes eu não tenho até tempo e demora um tempo pra gente elaborar uma palavra cruzada por exemplo, tu vai lá mas tu tem que ir lá no Canva, tu abre o Canva, tu digita as palavras, né tem esse trabalho, dá um trabalho, ai tu demora ai as vezes tu nao tem tempo para tudo isso, até o tempo que tu gostaria até. E ele nos ajuda nesse sentido, acho que é para isso que ele está ai né, para nos facilitar um pouco.
P8	No pessoal, o Teachy me ajudou muito. Porque lá tem a forma de você fazer o planejamento semestral. Você vai e utiliza o semestral. Mas, na prática, não é utilizado assim. É utilizado no Skype, a hora que vem uma cadeia de informações, e você vai montando lá o seu planejamento, que tem que ser de acordo com o que eles querem. Mas, assim, para o pessoal me ajudou muito. E, assim, eu já tenho um foco, um foco já. Antigo do BNCC, então já tem planejamento de aula na cabeça, né? Na cabeça, que ajuda muito, né? Por exemplo, um aluno, quando eu coloco alguma coisa no quadro, e aí ele não sabe, eu sei que tem que puxar de lá, de trás, que isso daí foi um processo de construção próprio meu, né?
P19	Eu acho que de tudo foi a primeira coisa que eu aprendi. Depois do e-mail, de fazer o e-mail...Eu descobri que tu manda e ela faz o plano. E aí eu cheguei a um ponto que eu já nem fazia plano de aula, né? Porque o plano de aula meu é meio que na hora a gente dá uma mudança e fazer sequência didática. Porque a gente trabalha com sequência, não tem que no Rio, a gente trabalha com sequência didática. Então eu montava sequência didática. Aí eu botava clima, sequência didática, com atividades, práticas sobre fulano. Então ele me dava uma atividade e eu gostei, mais ou menos. Melhore a atividade prática. Sugiro que coloque isso e isso. Ela trocava aquela atividade. Então eu trabalhei mais produzindo sequência didática do que o plano de aula em si. Porque o plano de aula em si é mais dinâmico. Então eu fazia mais o plano assim de aula da semana mesmo. Aquela sequência didática. Pra eu trabalhar determinado assunto. Eu quero trabalhar essa semana com produtos notáveis. O que eu faço pra fazer tudo? Crie atividades diferenciadas. Ela criava um jogo de memória. Não ficou legal? Mude isso, crie um jogo. Aí eu ia usando outras atividades minhas que já deram certo e eu mandava só substituir o tema. Eu achei que funcionou muito bom. A gente ficou muito boa de ver sequência.

Fonte: Produzida pela autora.

A análise dos relatos de **P7**, **P8** e **P19** evidencia que o uso da Inteligência Artificial no planejamento e na organização das aulas mobiliza diferentes dimensões do modelo TPACK, especialmente nas articulações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo.

No relato de **P7**, observa-se inicialmente a presença do TK, quando a professora demonstra domínio funcional da ferramenta ao utilizá-la para solicitar sugestões específicas: *"eu coloco lá o conteúdo que eu vou trabalhar [...] eu peço sugestões de no mínimo que os alunos têm que aprender daquele conteúdo"*. Quando **P7** afirma que realiza um comparativo

com a BNCC e seleciona aquilo que considera essencial para os estudantes, evidencia-se o CK articulado ao PK, pois há uma tomada de decisão sobre o que priorizar, adaptar ou aprofundar.

A interseção entre tecnologia e pedagogia (TPK) torna-se clara quando a docente relata: *"eu sempre peço sugestões de atividades diferentes, de jogos que eu possa construir com eles"*. Aqui, a tecnologia é mobilizada para diversificar estratégias metodológicas, indicando que a ferramenta não é utilizada apenas para conversa sobre os conteúdos, mas para ampliar possibilidades didáticas. Além disso, ao mencionar que solicita diferentes formatos de questões *"mais objetivo"*, *"com alternativa"*, *"de responder"*, **P7** demonstra compreender como a tecnologia pode apoiar distintas abordagens avaliativas, evidenciando articulação entre tecnologia e práticas pedagógicas.

O movimento de preparar uma prova e solicitar à IA variações com conteúdos semelhantes também revela um uso situado da tecnologia no processo avaliativo, caracterizando uma manifestação do TPACK, pois envolve conteúdo matemático específico, intencionalidade pedagógica e mediação tecnológica de forma integrada.

No caso de **P8**, percebe-se uma ênfase maior na dimensão organizacional do planejamento: *"o Teachy me ajudou muito [...] tem a forma de você fazer o planejamento semestral"*. O uso da plataforma Teachy evidencia TK relacionado à organização curricular. No entanto, quando a professora afirma que já possui um "*foco antigo da BNCC*" e que consegue retomar conhecimentos prévios dos alunos espontaneamente em sala, observa-se que o conhecimento pedagógico e de conteúdo precede e orienta o uso da tecnologia. Nesse caso, a tecnologia funciona como suporte, mas não como elemento estruturante do processo decisório.

Já o relato de **P19** revela uma integração mais intensa entre tecnologia e planejamento didático: *"eu descobri que tu manda e ela faz o plano [...] eu trabalhava mais produzindo sequência didática"*. Ao solicitar modificações *"melhore a atividade prática"*, *"crie atividades diferenciadas"*, a professora estabelece um diálogo iterativo com a ferramenta. Esse processo evidencia não apenas TK, mas também TPK, pois há intencionalidade pedagógica na solicitação de ajustes. Quando menciona o trabalho com "*produtos notáveis*" e a organização de sequências didáticas específicas, evidencia-se também o CK articulado à mediação tecnológica.

De modo geral, os três relatos indicam que a IA tem sido incorporada predominantemente no eixo do TPK, especialmente no planejamento, diversificação de atividades e organização de avaliações. Entretanto, quando as decisões envolvem seleção de conteúdos matemáticos específicos, adequação ao currículo e estruturação de sequências

didáticas, observa-se a manifestação do TPACK, ainda que em níveis distintos entre os docentes.

Assim, quando Mishra e Koehler (2006) dizem que percebe-se que a tecnologia não atua de forma isolada, mas integrada aos conhecimentos pedagógicos e de conteúdo já consolidados pelos professores. A IA emerge como ferramenta potencializadora, mas sua eficácia depende diretamente da capacidade docente de articular esses diferentes domínios de conhecimento.

Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre as estratégias adotadas pelos docentes na incorporação da IA ao planejamento pedagógico, foi realizada a seguinte pergunta: *"Como você integra a IA ao desenvolver seus planos de aula para a disciplina de Matemática?"*. As respostas permitem identificar diferentes formas de integração da IA no processo de planejamento, evidenciando usos que vão desde o apoio à estruturação das aulas até a elaboração de atividades e materiais didáticos. A seguir, as falas dos professores.

Tabela 30 - Como os professores entrevistados integram a IA ao desenvolver seus planos de aula para a disciplina de Matemática.

Professor	**Trecho**
P7	É para tudo, é para mim preparar aula, é para preparar provas, as atividades, exercícios e me dar um norte assim, naquele conteúdo que eu quero, então ele me ajuda em tudo. Hoje assim, o Chat está salvo no meu computador, é só clicar só entrar, porque assim ele tem que facilitar minha vida né, e as adaptações eu gosto tambem, porque as adaptações é difícil né, eu sou uma pessoa assim, tenho tudo isso de te tempo de sala de aula mas eu sou uma pessoa que pra fazer uma prova, um conteúdo pra sala de aula adaptado, eu ainda tenho a gente tem dificuldade por que, porque a gente não foi preparado pra isso infelizmente. A gente não tinha nem disciplina, quando eu fiz a graduação, não tinha disciplina de educação especial, eu fui fazendo depois, curso as outras coisas mas ele me ajuda também bastante nesse sentido porque é difícil tu pensar como um aluno autista, tu pensar como um aluno TDAH, reduzir as questões, porque a gente eu sou da matemática, eu não gosto de botar tipo só 10 questões por exemplo com uma letra só, porque eu acho que eu reduzo a eu vou tá automaticamente deixando ele com vermelho sabe então eu gosto de várias questões assim, mas com o autista o TDAH eu preciso reduzir e às vezes eu fico muito bitolada, *ai mas eu não posso tirar essa eu não gosto*, então às vezes eu até faço a cópia da minha prova manda em PDF pro chat e peço pra ele reduzir para um aluno de nível tal, daí ele consegue reduzir pra mim, pra me ajudar nesse sentido, eu sou um pouco, às vezes, eu sou confesso, bem resistente assim em reduzir questões, e ele consegue né, às vezes um probleminha ele faz em uma frase, e fica claro.

P8	É um conjunto, né? A questão teórica, a questão prática e a questão de planejamento. De rever o planejamento, né? Porque às vezes a gente faz um planejamento e não dá certo, tem que rever aquele planejamento. Com base nisso, eu elaboro alguns exercícios para ver se realmente, de fato, eles construíram a parte cognitiva deles. Se não, eu vou lá e volto de novo, refaço meu planejamento ou então eu construo um novo planejamento de tal forma que aquela dúvida que tem ali no planejamento que é o mais avançado, vem rebuscar aquele planejamento do passado. E aí eu crio conexão.
P19	Meu foco era sempre muito nesse planejamento de como vai ser a aula. A IA nesse caso fazia essa integração pra mim. Das vezes até no mesmo dia da aula. Olhei e me deu. Tava legal. Vi que eu precisava mudar. Precisava fazer alguma coisa. Sugere alguma coisa assim. Aí ela sugeriu. Mas isso aí, tô te falando, a minha escola é uma escola que tem o data show, que tem o computador. Isso não é uma realidade de todas.

Fonte: Produzida pela autora.

A IA passou a ocupar um papel estruturante no planejamento, na adaptação de materiais e na tomada de decisões pedagógicas em sala de aula, como citado nas falas de **P7**, **P8** e **P19**. Para **P7**, o uso recorrente do ChatGPT gera uma integração entre TK e PK, uma vez que a ferramenta pode organizar aulas, elaborar avaliações, propor atividades e, sobretudo, adaptar materiais para estudantes com necessidades educacionais específicas. Essa prática supre lacunas da formação inicial do docente, especialmente no que se refere à educação especial, e contribuindo assim com os objetivos matemáticos.

Na fala de **P8**, a IA é incorporada como apoio ao processo contínuo de revisão do planejamento, fundamentado na análise do desempenho cognitivo dos estudantes. Quando diz: *"...eu elaboro alguns exercícios para ver se realmente, de fato, eles construíram a parte cognitiva deles. Se não, eu vou lá e volto de novo, refaço meu planejamento ou então eu construo um novo planejamento de tal forma que aquela dúvida que tem ali no planejamento que é o mais avançado, vem rebuscar aquele planejamento do passado. E aí eu crio conexão."*. O professor utiliza os resultados das atividades para reorganizar o percurso didático, retomando conteúdos e estabelecendo continuidade entre aulas anteriores e novas. O que pode haver uma articulação entre PK e CK, na qual o planejamento pode necessitar de ajuste.

Para **P19**, o uso da IA como ferramenta entre planejamento e execução da aula, inclusive em situações imediatas. A possibilidade de revisar, ajustar e reformular atividades no mesmo dia da aula, pode demonstrar uma relação entre TK e PK, onde exige decisões pedagógicas. No entanto, o próprio professor reconhece que essa integração depende das condições materiais da

escola, o que evidencia que o desenvolvimento do TPACK está ligado ao contexto institucional e à disponibilidade de recursos tecnológicos.

Com a finalidade de identificar possíveis transformações no processo de planejamento docente a partir do uso da IA, foi proposta a seguinte pergunta: *"Você observa mudanças no processo de planejamento?"*. As respostas indicam alterações na forma de organizar as aulas, no tempo destinado ao planejamento e nas possibilidades de criação e adaptação de atividades no ensino de Matemática. A seguir, o relato dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 31 - Como os professores entrevistados observam as mudanças no processo de planejamento.

Professor	**Trecho**
P7	É para tudo, é para mim preparar aula, é para preparar provas, as atividades, exercícios e me dar um norte assim, naquele conteúdo que eu quero, então ele me ajuda em tudo. Hoje assim, o Chat está salvo no meu computador, é só clicar só entrar, porque assim ele tem que facilitar minha vida né, e as adaptações eu gosto também, porque as adaptações é difícil né, eu sou uma pessoa assim, tenho tudo isso de te tempo de sala de aula mas eu sou uma pessoa que pra fazer uma prova, um conteúdo pra sala de aula adaptado, eu ainda tenho a gente tem dificuldade por que, porque a gente não foi preparado pra isso infelizmente. A gente não tinha nem disciplina, quando eu fiz a graduação, não tinha disciplina de educação especial, eu fui fazendo depois, curso as outras coisas mas ele me ajuda também bastante nesse sentido porque é difícil tu pensar como um aluno autista, tu pensar como um aluno TDAH, reduzir as questões, porque a gente eu sou da matemática, eu não gosto de botar tipo só 10 questões por exemplo com uma letra só, porque eu acho que eu reduzo a eu vou tá automaticamente deixando ele com vermelho sabe então eu gosto de várias questões assim, mas com o autista o TDAH eu preciso reduzir e às vezes eu fico muito bitolada, *ai mas eu não posso tirar essa eu não gosto*, então às vezes eu até faço a cópia da minha prova manda em PDF pro chat e peço pra ele reduzir para um aluno de nível tal, daí ele consegue reduzir pra mim, pra me ajudar nesse sentido, eu sou um pouco, às vezes, eu sou confesso, bem resistente assim em reduzir questões, e ele consegue né, às vezes um probleminha ele faz em uma frase, e fica claro.
P8	Não. Se for pessoal, sim. Se for pela parte do Estado como um todo, não vejo. Não. Não, não vejo porque lá tá encurtindo uma questão muito política envolvida, né? Questão financeira e política, tá? Isso que eu vi hoje no Estado aqui de Goiás.
P19	Nem se compara. Eu acho que é até um nível mesmo. Mas aquele engajamento, aquela coisa que tinha há 20 anos atrás, não se compara. Porque tu pegava 20 livros, botava em cima da mesa, tinha que olhar 20 livros como era abordado o assunto. Então fugia um pouco da microfonia. E aí sempre levava muito tempo para planejar uma aula. E agora eu planejo uma sequência. Isso aqui eu consigo fazer num dia, isso aqui eu consigo fazer no outro. O que eu consigo fazer na hora, eu nunca fazia uma coisa dessas na hora. Não conseguiria. Você abre o celular e faz. E aí, no caso,

> as vezes eu sou mais específica. Se eu quero um tipo de exercício, eu quero que o outro digita, eu quero esse, eu quero esse. Com outros números, com outros casos. Coloca assim, coloca assim. Muito rápido.

Fonte: Produzida pela autora.

Para **P7**, o ChatGPT passou a assumir um papel no apoio de planejamentos dos professores, sendo utilizado no preparo de aulas, avaliações, atividades e exercícios. O professor destaca que a ferramenta funciona também como um orientador do conteúdo a ser trabalhado. Ainda reforça o uso da IA para a adaptação de materiais destinados a estudantes com necessidades educacionais específicas, além de reconhecer lacunas em sua formação inicial no que diz respeito à educação especial, aponta a IA como suporte para reduzir e reformular questões, tornando-as o processo de elaboração fácil. Essa prática revela uma articulação entre TK, PK e CK, na medida em que a tecnologia é mobilizada para atender demandas pedagógicas.

Em contraste, a fala de **P8** desloca o foco para o contexto institucional e político, indicando que, embora perceba benefícios no uso pessoal da IA, não identifica um movimento estruturado por parte do Estado para incentivar essas práticas com IA. Segundo o professor, fatores de ordem política e financeira limitam iniciativas, o que sugere que o desenvolvimento do TPACK não depende apenas do engajamento individual do docente, mas também de políticas públicas para favorecer o uso de tecnologias no ensino, onde a presença do Conhecimento Contextual se faz presente.

Já **P19** diz sobre as transformações provocadas pela IA no planejamento de aula, especialmente no que se refere à otimização do tempo e à flexibilidade pedagógica. Ao comparar práticas anteriores, marcadas por longos períodos de preparação e consulta a vários materiais, com as possibilidades atuais, o professor destaca a rapidez e a precisão na elaboração de sequências didáticas e exercícios. A possibilidade de ajustar atividades em tempo real, inclusive durante a própria aula, acontece pela integração entre TK e PK, quando os conteúdos matemáticos (CK) são adaptados de acordo com o andamento da aula.

Buscando compreender se o uso da IA no planejamento tem favorecido práticas colaborativas entre os docentes, foi realizada a seguinte pergunta: *"Você tem colaborado com outros professores no desenvolvimento de planos de aula que utilizam IA?"*. As respostas permitem analisar em que medida a colaboração docente tem ocorrido, bem como os contextos

e formas de interação estabelecidas para a construção conjunta de planos de aula no ensino de Matemática. A seguir, as falas dos professores **P7**, **P8** e **P19**.

Tabela 32 - Como os professores entrevistados colaboraram com outros professores no desenvolvimento de planos de aula que utilizam IA.

Professor	**Trecho**
P7	Assim, o que eu observo, o que eu observo não, o que a gente tem um contato maior. É eu, da matemática, a da ciências, e o Professor de Portugues e duas professoras do quinto ano, e o quinto ano nosso é de manhã e são dois professores divididos sabe? Um professor tem português, história, geografia e religião, o outro tem matemática, ciências e artes, sabe? Então a gente consegue ter esse contato com eles assim, a gente faz essas trocas, sabe? Eu fiz tal coisa deu certo, pesquisei de tal forma lá, deu certo, sabe? às vezes está em uma atividade de matemática de frações, *o que tu também trabalha frações*, então a gente às vezes até dá cópia um pro outro, ela pesquisou sabe uma retomada de conteúdo então a gente consegue fazer entre nós aqui, a gente consegue fazer isso, às vezes no Whatsapp, no final de semana, a gente preparando aqui a gente manda um para o outro.
P8	Sim. Inclusive alguns chegam a me perguntar, né? Ou pelo menos chegava, agora nem tanto, né? Mas na época, né? Eu tava com um negócio assim pra fazer assim assim assim, eu não sei como que eu vou fazer. Aí eu falo assim, é sobre o que? Ah, é sobre um assunto tal, tal, tal, tal, tal, tal. Aí eu peguei a inteligência artificial, utilizei, verifiquei, dei uma olhada no livro referência, né? Do professor. E dentro do pensamento crítico, eu peguei aquele material que tava lá dentro do livro, joguei lá dentro, peguei o revisa também, joguei lá dentro e construí um pensamento crítico voltado pra área dele, passei pra ele.
P19	Não, eu não comecei. Eu tava começando a fazer mais específico pra sala de aula. Eu tava mais no meu uso pessoal. Quando eu comecei a me sentir segura no meu uso pessoal pra usar em sala de aula, eu tinha que botar isso aí.

Fonte: Produzida pela autora.

Para **P7**, essa troca ocorre entre docentes que compartilham conteúdos próximos, o que favorece a articulação entre CK e PK, com apoio de TK em áreas específicas. Principalmente quando o professor afirma que *"a gente faz essas trocas, sabe? Eu fiz tal coisa, deu certo, pesquisei de tal forma lá, deu certo"*, apontando o compartilhamento de atividades já testadas em sala de aula. O uso do WhatsApp© como principal meio de troca, *"às vezes no WhatsApp, no final de semana, a gente preparando aqui a gente manda um para o outro"*, a fala mostra que essa integração com a tecnologia acontece de maneira informal, ajudando o trabalho do professor, mas sem um planejamento coletivo entre os professores.

P8 observa uma integração maior entre os três conhecimentos, uma vez que o professor assume uma postura crítica frente ao uso da IA de acordo com o conteúdo gerado com materiais de referência e com os objetivos pedagógicos do colega. Ao relatar que *"peguei a inteligência artificial, utilizei, verifiquei, dei uma olhada no livro referência"* e que, a partir disso, *"construí um pensamento crítico voltado pra área dele"*, demonstra que o professor não utiliza a tecnologia no automático, mas orientado por decisões pedagógicas. Assim, o PK direciona o uso do TK, e garante que o CK seja adequado ao contexto de ensino.

O relato de **P19** indica que o uso da IA permanece, inicialmente, restrito ao uso individual, o que pode limitar a circulação do TPACK. Ao afirmar que *"eu tava mais no meu uso pessoal"* e que só passou a considerar a aplicação em sala quando se sentiu segura, "*quando eu comecei a me sentir segura no meu uso pessoal pra usar em sala de aula"*, o professor expressa a ausência de espaços coletivos de formação para que possa ocorrer a integração dos domínios do TPACK.

4.2.4 Quarto Bloco – Expectativas e Perspectivas Futuras

No quarto bloco da entrevista, voltado às expectativas e perspectivas futuras acerca do uso da IA na educação, foi proposta a seguinte pergunta: *"Quais são suas expectativas para o uso da IA na educação nos próximos anos?"*. As respostas revelam projeções, possibilidades e preocupações dos docentes em relação ao avanço dessa tecnologia, bem como seus impactos potenciais no ensino e na aprendizagem da Matemática. Os relatos dos professores **P7**, **P8** e **P19** estão apresentados a seguir.

Tabela 33 - Expectativas para o uso da IA na educação nos próximos anos dos professores entrevistados.

Professor	Trecho
P7	Eu espero que os nossos alunos e que eu mesma,que a gente use para que cada vez mais possa facilitar nossa vida, né? E que nossos alunos aproveitem isso porque nós não tínhamos essa oportunidade na nossa época, né? Nós íamos na biblioteca pública pesquisar nas Barsas, você tem noção o que é isso? Porque vocês não são dessa geração. Então eu digo a eles, aproveitem isso, vocês tem condições de olhar vídeos, que a gente não tinha pra clarear uma explicação que a professora não conseguiu atingir vocês, um conteúdo que eu não consegui explicar direito pra vocês que de repente eu expliquei de um jeito, de outro jeito, mas não fui clara ainda. Vão procurar, vamos procurar um vídeo que tá pronto no YouTube que faz muito tempo que tem, usem os celulares de vocês a favor de vocês, não pra perder o tempo no jogo podem jogar depois jogue não tem problema, mas primeiro usem pra que vocês cresçam, para que vocês evoluam, para que vocês atinjam os objetivos, por exemplo de poderem conseguir terminar o ensino fundamental, entrar no ensino médio, sabe?

	Então que essa aí a sirva pra isso, pra facilitar a vida deles e não virar uma uma aliada no sentido de ficar um escravo né, que a gente tá tendo alunos, eles tão tendo a nossa escola mas doentes né, em função da tela né então assim, eu espero que aconteça isso, sabe? Que a gente consiga colocar na cabeça desses nossos alunos, que não é só pra jogo, o computador não é só pra jogo, que o celular não é só pra jogo, e que eu posso usar as ferramentas enfim, a qualquer uma delas, a meu favor pra mim crescer, né? E aqui como a gente tem bastante essa situação de vulnerabilidade e eles não querem parece assim, que as famílias *ah terminou o fundamental, tá bom, chega*, sabe? Eu digo pra eles: *Vocês querem viver nessa mesma situação?* Ah porque ah daí a gente também tem a questão da drogadição sabe, mas eu tento colocar neles então pra eles usar a favor deles no sentido de poder estudar, poder melhorar, poder sair daqui, tem os que dizem: *ah professora, gente mundo na vila.* Mas então querem um dia sair ou mudem a situação da vila, para que não seja chamada de vila né? Depende de vocês. Um aluno ontem me disse assim: ah professora, eu não vejo futuro no Brasil, então tu não acredita em ti, quem é o futuro? O futuro é tu, sabe? Quem é o futuro? É tu hoje, que tem 14, 15 anos, mas quem é que vai estar governando daqui 10 anos? Podem ser vocês. Pode ser um prefeito, pode ser um vereador, pode ser o líder da comunidade e se voces nao acreditar, voces nao estao acreditando em vocês, é porque tão merecendo esse reconhecimento né, tem sim, olha o que tu disse eu disse pra ele né pensa muito bem tua frase que tu disse tu não tá acreditando em ninguém da idade de vocês, então tentar essa ideia neles e que a gente use cada vez melhor pro bem.
P8	Pra mim é pessoal. Eu criei o meu canal falando sobre matemática, né? Voltado pra tudo que a gente já falou aí. Não é uma questão de ganho financeiro, é uma questão de passar conhecimento. Não adianta nada a gente ter uma formação e não passar o conhecimento que a gente tem. E morrer com a gente, aquele conhecimento. Então a minha perspectiva futura é essa.
P19	Eu acredito que nesse quesito de se preparar a aula, de ajudar na elaboração. E a gente pode fazer o processo inverso. Foi uma coisa que eu descobri quando eu estava na elaboração de material. Eu tinha uma resistência e pedi que o aluno crie uma questão. Isso pra mim, eu achava muito difícil. A gente vem do ensino tradicional e isso pra mim era uma questão delicada. Mas eu fazia parte do modelo do material do Rio e eu tinha que propor questões assim. Quando eu vim pra molecada, eu falei, caramba, é isso aí mesmo. Deixar o aluno pensar e a gente em vez agora de dar pronto e a gente agora com o uso da IA, a gente pode pedir pra ele planejar, o que ele vai aprender, como ele quer aprender aquilo, que tipo de exercício ele quer fazer. Eu acho que esse processo inverso vai dar muito certo e se a gente estiver preparada, é óbvio, vai dar certo com o uso da IA. Eu acho que nesse quesito a IA vai ajudar bastante, fora o planejamento, que já dominou até. Teachy, que faz os planos com perfeição. Eu abri aqui uma sequência que eu fiz. Olha aqui, eu pedi aqui. Crie uma sequência de dados sobre ângulos como revisão e atividade dentro do contexto do estudante. Aí ela botou o objetivo, roda de conversa. Aí eu falo, não, deixe mais divertido, proponha que procure em casa ou na escola exemplos de ângulos. Aí ela vai e cria. Aí agora, cria imagens com diagramas. Isso aí foi uma de oitava que eu fiz. Aí deixa eu ver, eu tenho várias. Eu salvo, eu salvo. Eu salvo aqui No chatGPT,

> porque era mais fácil porque o jogar estava aberto aqui. Por exemplo, eu tô aluno autista. E aí ele tava trabalhando só com os múltiplos. Aí eu crio um caça números de um até vinte para aluno autista. Aí ele, beleza, vou criar. Aí eu pedi aqui, ele botou, deixa eu ver, aí ele botou um montão de números. Aí eu falei assim, não, mude para alunos pintar somente os múltiplos de dois. Ele criou só com os múltiplos de dois. Aí eu pedi agora, coloca mais múltiplos. Pinte de azuis que tem múltiplo de dois e de amarelo que são figuras. E fui aumentando a atividade até gerar e criei o pdf da atividade para trabalhar com os múltiplos, porque ele só trabalha múltiplo de dois. Aí comecei com o de dois, depois fiz a mesma atividade com o de três. Agora reproduza com o de três. Então assim, olha a diferença. E aí a mãe falava assim, você sempre está fazendo, aí eu falei, pode, deixa eu ver se é essa daqui. Ó, eu pedi aqui para ela responder, montar o gabarito. Lorena é monitora na sala de leitura, ajudará a organizar os livros. 120, 90, 60, qual é a maior forma de botar? Aí ele foi e criou aqui o MDC todinho. Isso aqui eu estava conferindo as respostas.

Fonte: Produzida pela autora.

Na fala de **P7**, a expectativa em relação à IA aparece relacionada à facilitação da aprendizagem e à formação dos estudantes para além do conteúdo escolar. Isso se evidencia quando a professora afirma: *"usem os celulares de vocês a favor de vocês, não pra perder o tempo no jogo"* e *"vão procurar um vídeo que tá pronto no YouTube pra clarear uma explicação que a professora não conseguiu atingir vocês"*. Mostrando uma integração direta entre TK e PK, na medida em que a tecnologia é utilizada como estratégia pedagógica para complementar explicações e ampliar o acesso ao conhecimento matemático (CK). Além disso, ao mencionar o contexto de vulnerabilidade dos alunos, *"as famílias acham que terminou o fundamental, tá bom"*, o professor assume que utilizando a tecnologia como meio de permanência escolar, pode haver uma ampliação de perspectivas de futuro dos alunos, relacionando assim com o Conhecimento Contextual.

A expectativa futura também está mais ligada à atuação individual do professor ao compartilhamento de conhecimentos, para **P8**. Quando o professor afirma: *"eu criei o meu canal falando sobre matemática"* e *"não adianta nada a gente ter uma formação e não passar o conhecimento que a gente tem"*. Os trechos mostram uma articulação entre CK e TK, em que o domínio do conteúdo matemático para a produção de materiais em ambientes digitais.

Já a fala de **P19** apresenta expectativas de mudança na organização do ensino. Onde o professor diz sobre a inversão quando afirma: *"deixar o aluno pensar e para gente, em vez de dar pronto"* e *"a gente pode pedir pra ele planejar o que ele vai aprender, como ele quer aprender aquilo"*. Esses trechos dão uma dimensão para o uso dos três conhecimentos, na qual a IA é utilizada tanto para planejar sequências didáticas quanto para adaptar atividades, como

se observa em: *"crie um caça-números de um até vinte para aluno autista" e "mude para alunos pintarem somente os múltiplos de dois"*.

Com o objetivo de identificar as possibilidades emergentes para o ensino de Matemática a partir do uso da IA, foi realizada a seguinte pergunta: *"Quais possibilidades você percebe surgindo para o ensino de Matemática com o uso da IA?"*. As respostas evidenciam perspectivas relacionadas à inovação pedagógica, à personalização do ensino e à ampliação das estratégias didáticas, apontando caminhos potenciais para a prática docente. Os professores **P7**, **P8** e **P19** relatam:

Tabela 34 - Possibilidades os professores entrevistados percebem surgindo para o ensino de Matemática com o uso da IA.

Professor	**Trecho**
P7	Assim, uma coisa que às vezes os alunos me perguntam, *professora, a senhora não tem medo de perder o emprego?* Eu digo nao, nao tenho, porque a IA, independente do professor náo só de matematica, eu acredito que nós náo seremos substituídos por uma máquina, por quê assim como o Paulo Freire sempre falou né, a gente esse toque que a gente tem, esse contato que a gente tem, esse diálogo que acontece numa sala de aula, a IA não vai conseguir fazer nunca né, então que a gente tenha IA então, para nos ajudar né em todo o protesto, o que a gente precisar mas que ela seja nossa, não levada como ruim né, mas que ela seja a nosso favor né que a gente faça isso, e isso vai na matemática quanta coisa vai vim, imagina a gente usa um tipo o chat que é público, a gente sabe que tem o pagos, que tem quantos bilhões de informações a mais do que tem o público, tanto imagina né mas logo esse vai ser tornar público no futuro, então quanta coisa boa a gente não vai poder fazer, né nosso professores e os nossos alunos também com certeza né então que a gente cada vez, vá mais atrás de que a gente tenha oportunidade quando a gente tiver que a gente consiga aproveitar essas oportunidades né pra melhorar a nossa objetivo qual que é melhorar a aprendizagem, fazer com que nossos alunos entendam e eu acho que a gente tinha a gente vai ter que chegar num momento, porque os Ideb tão aí, né tá um caos esses IDEB um terror né, as cobranças, só que a gente tem que moldar é um contexto não só um professor, a gente tem que mudar a cabeça dos pais, que é importante uma avaliação externa, é importante o filho saber lá desde o primeiro aninho que ele tem que saber as letras, que tem que saber ler, que tem que saber escrever, que tem que saber a tabuada porque agente vem a gente não consegue depois no fundamental do do sexto ou nono, da conta de algumas falhas que vieram lá debaixo, as avaliações mesmo, esse ano vai ser a primeira vez que vai ser pensado na BNCC, gente a BNCC está velha, já está caduca, já tá vencendo sabe, então assim, essas coisas assim ó, governos é só aquilo de imediato, acho que isso tem que repensar, tem que investir em outras coisas, a gente não é simplesmente o professor da conta de tudo sabe, tem que ter um trabalho geral assim sabe, porque a gente não vai conseguir melhorar o IdeB de um dia pro outro, de um ano pro outro, porque não é um problema só na

	escola o problema é em casa, as famílias desestruturadas, a droga chegando, a bebida, a prostituição, porque daí o dinheiro fácil, sabe, tem tantos atrativos aí na rua, não é o conteudo da sala de aula né, então temos que juntar tudo isso e tentar melhorar aquilo que a gente pode ,e o que está ao nosso alcance, como professor em sala de aula.
P8	Se a gente for levar em consideração a pesquisa científica, que pras jovens tá crescendo muito agora, né? A pesquisa científica, pras jovens. Eu acho que vai ter um futuro brilhante. O problema é saber se eles vão ficar aqui no Brasil ou não.
P19	Então, eu acredito, espero que os professores não acham que são todo mundo. Não sei como você fez essa pesquisa, não sei quantas pessoas você achou. Não acho que ainda é natural, ainda, para o professor de matemática, principalmente o pessoal da velha guarda, né? Que ainda acha que tem que escrever quadro, que não tem que usar recurso, que foi sempre assim. Não, sempre foi, não é mais. Então, assim, eu gostaria que os professores pensassem nesse formato, em que você não vai ter que dar mais o conteúdo para o homem. Em que o aluno tenha que pesquisar, o aluno que tem que ser mais crítico e ele definir o que ele quer aprender, de como ele vai aprender. Ele ter essa liberdade de construir esse aprendizado. Esse aí era o grande sonho, né? Que ele fosse um pouco mais autônomo. Deixar essa liberdade para o estudante, não para o professor. Ter que saber procurar vamos deixar ele, sabe, lidar melhor com a tecnologia e vamos ver como a gente vai construir esse novo aprendizado. Essa era uma grande esperança para o futuro.

Fonte: Produzida pela autora.

Pelas falas observamos que os professores não percebem a IA como uma ameaça à profissão, mas como um recurso complementar no planejamento pedagógico. **P7** afirma que *"não seremos substituídos por uma máquina"*, reforçando que o diálogo, o vínculo e a mediação em sala de aula são dimensões do PK e que a tecnologia não substitui. Ao defender que a IA deve ser utilizada "*a nosso favor*" para melhorar a aprendizagem, o professor mantém uma integração entre TK e PK, para além do planejamento pedagógico.

P8 traz suas expectativas para a pesquisa científica e para o futuro dos estudantes, indicando uma visão do papel da educação mediada por tecnologias. Já o **P19** assume uma posição clara ao defender a centralidade da autonomia dos alunos, ao afirmar que o professor *"não vai ter que dar mais o conteúdo"* e que o aluno precisa *"definir o que quer aprender e como vai aprender"*. Essa perspectiva desloca o foco da transmissão de CK para uma articulação entre os três conhecimentos, na qual a IA também pode contribuir para ampliar a criticidade e a autonomia dos estudantes.

Em conjunto, as falas mostram que a integração da IA ao ensino é compreendida como um processo que depende da mediação do professor, da intencionalidade pedagógica e de

condições que extrapolam a sala de aula, como a infraestrutura, reafirmando o papel do professor como articulador das diferentes dimensões do TPACK e com o Conhecimento Contextual.

4.2.5 Síntese das entrevistas

Nesta subseção, é apresentada uma síntese da análise das entrevistas, com destaque para os principais pontos observados nas quatro categorias. Essa síntese permite compreender como os professores têm incorporado as tecnologias digitais e a IA em planejamentos, bem como os limites e potencialidades no ensino de Matemática.

Observamos que os professores entrevistados recorrem às tecnologias digitais e à IA com frequência como suporte ao planejamento pedagógico, à elaboração de atividades, à construção de materiais avaliativos e à adaptação de materiais didáticos. Esse uso destaca a utilização do TK, articulado ao CK, sobretudo quando a tecnologia é utilizada para organizar sequências didáticas, diversificar formas de apresentação dos conteúdos matemáticos e aprofundar conceitos trabalhados em sala de aula. A tecnologia, nesse contexto, atua como mediadora do conteúdo, ampliando as possibilidades de representação e exploração matemática, sem substituir o domínio do professor, que permanece na condução do processo de ensino.

Percebemos que o uso da IA no ensino de Matemática não ocorre de maneira natural, mas depende diretamente da intencionalidade do professor. Essa intencionalidade se manifesta na mobilização do PK, quando o docente define objetivos de aprendizagem, seleciona estratégias didáticas e estabelece critérios para o uso da tecnologia em sala de aula. A formulação de *prompts*, a análise crítica das respostas geradas pela IA e a adequação das atividades ao nível de compreensão dos estudantes reforçam a articulação entre TK e PK, configurando práticas de TPK, nas quais a tecnologia é subordinada às decisões pedagógicas e aos propósitos de ensino.

No âmbito da gestão escolar, foi constatado que a ausência de ações formativas voltadas ao uso pedagógico das tecnologias e da IA limita o desenvolvimento coletivo do TPACK. Essa lacuna faz com que a articulação entre os três conhecimentos ocorra predominantemente por iniciativa individual dos docentes, sem planejamento institucional ou formação coletiva continuada. Aspectos como a infraestrutura tecnológica disponível, o acesso à internet e a postura da coordenação pedagógica exercem influência direta sobre as possibilidades de uso

das tecnologias, indicando que a implementação do TPACK e do Conhecimento Contextual não depende apenas do professor, mas também de condições organizacionais e de políticas formativas no contexto escolar.

Ademais, identificamos que o uso da IA favorece práticas pedagógicas mais flexíveis e sensíveis à diversidade dos estudantes, especialmente no que se refere à adaptação de atividades e avaliações para diferentes necessidades educacionais. Nessas situações, o professor articula o CK, ao selecionar e reorganizar os conteúdos matemáticos, com o PK, ao empregar estratégias diferenciadas de ensino, mediadas pelo TK. Embora essas práticas ainda ocorram de forma pontual, elas revelam avanços na integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, aproximando-se do TPACK.

Por fim, as entrevistas mostram um posicionamento dos professores ao não compreenderem a IA como substituta do professor, mas como um recurso que amplia as possibilidades de ensino quando mediado de forma crítica. As expectativas futuras estão centradas nos planejamentos que promovam maior participação dos estudantes, autonomia na aprendizagem e desenvolvimento do pensamento crítico. Logo, exigindo um aprimoramento contínuo dos domínios CK, PK e TK, bem como de suas interseções, conforme proposto pelo modelo TPACK, reforçando o papel central do professor como mediador crítico do uso das tecnologias no ensino de Matemática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral investigar como professores de Matemática do Ensino Básico, de diferentes regiões do Brasil, têm utilizado a IA no planejamento de suas aulas, à luz do modelo TPACK. Para atender a esse objetivo, foram definidos como objetivos específicos: (1) analisar em que medida os planejamentos feitos com apoio da IA tem relação com as dimensões do TPACK; e (2) mapear os desafios relatados pelos professores que utilizam a IA em seus planejamentos de aula à luz do modelo TPACK. A partir da análise dos dados obtidos por meio do questionário e das entrevistas, foi possível alcançar compreensões relevantes acerca do uso da IA no planejamento do ensino de Matemática, bem como das possibilidades e limites dessa integração no contexto escolar.

No que se refere ao objetivo geral, os resultados indicam que os planejamentos de aulas construídos com o apoio da IA apresentam, sim, relação com as dimensões de conhecimento do modelo TPACK, porém essa relação se manifesta de forma parcial, não sistematizada e dependente do professor. Observou-se que a IA é utilizada predominantemente como ferramenta de apoio ao planejamento, à organização de conteúdos, à elaboração de atividades e à adaptação de materiais didáticos. Assim, sobretudo, na mobilização do TK articulado ao CK, principalmente quando a tecnologia é empregada para diversificar representações matemáticas, revisar conceitos ou propor exercícios alinhados aos conteúdos trabalhados.

Entretanto, a análise também revelou que a articulação entre os três conhecimentos, ainda não se consolida totalmente nos planejamentos analisados. Em muitos casos, o uso da IA permanece restrito à otimização do tempo e à facilitação de tarefas docentes, sem que haja um planejamento pedagógico que considere, de forma equilibrada, os aspectos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo. Dessa forma, embora o potencial da IA seja reconhecido pelos professores, sua incorporação ao planejamento ainda ocorre de maneira fragmentada.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que buscou investigar como os professores utilizam a IA em seus planejamentos de aula e como essas práticas se relacionam com o modelo TPACK, os dados do questionário e das entrevistas mostram que os professores fazem uso da IA principalmente para sugerir atividades, estruturar sequências didáticas, elaborar avaliações e adaptar materiais para diferentes perfis de estudantes. Essas ações revelam uma articulação entre TK e PK, configurando práticas de TPK, sobretudo quando o professor define objetivos de aprendizagem, formula *prompts* de acordo com o contexto da turma e realiza ajustes e crítica das respostas geradas pela IA.

As entrevistas permitiram aprofundar essa compreensão ao evidenciar que a intencionalidade pedagógica do professor é um elemento central para que a IA contribua efetivamente para o planejamento das aulas. Onde os professores relatam que a tecnologia não substitui o trabalho pedagógico, mas amplia as possibilidades de ensino quando mediada com senso crítico. Nesse sentido, o uso da IA exige do professor não apenas domínio tecnológico, mas também conhecimento pedagógico e domínio do conteúdo matemático, assim o modelo TPACK foi o referencial analítico para compreender essas práticas e planejamentos.

Ainda assim, observa-se que a articulação entre os três domínios do conhecimento ocorre, na maioria das vezes, de forma empírica, construída a partir da experiência do professor no seu cotidiano escolar, e não como resultado de uma formação estruturada ou de um planejamento pedagógico fundamentado explicitamente no TPACK. Isso indica que, embora elementos do TPACK estejam presentes nas falas, eles ainda não se configuram como uma integração plena.

Quanto ao segundo objetivo específico, que consistiu em mapear os desafios enfrentados pelos professores que utilizam a IA em seus planejamentos de aula à luz do modelo TPACK, os dados revelam obstáculos na formação, institucional e estrutural das escolas. Um dos principais desafios apontados pelos professores refere-se à ausência de formações continuadas específicas voltadas ao uso pedagógico da IA. Os professores relataram aprender a utilizar essas ferramentas de forma autônoma, por tentativa e erro, o que dificulta o uso e até mesmo, a continuidade em usar tecnologia no planejamento pedagógico.

Além disso, questões relacionadas à infraestrutura tecnológica, ao acesso à internet e ao apoio da gestão escolar também se mostram determinantes para o desenvolvimento do TPACK no contexto institucional. A ausência de ações coletivas, momentos de planejamento colaborativo e políticas formativas voltadas ao uso de tecnologias digitais contribui para que a articulação entre CK, PK e TK ocorra de forma isolada e restrita às iniciativas individuais dos professores. Esses aspectos podem levar ao avanço do TPACK, onde não depende apenas do professor, mas também de condições organizacionais e de políticas educacionais que favoreçam o uso crítico e pedagógico da tecnologia.

Outro desafio identificado diz respeito à insegurança dos professores quanto ao uso da IA, especialmente no que se refere à confiabilidade das respostas geradas, ao risco de dependência tecnológica e às implicações éticas do uso dessas ferramentas. Esses fatores reforçam a necessidade de formações que abordem não apenas o domínio técnico da IA, mas também seus limites, potencialidades e impactos no processo de ensino e aprendizagem.

Apesar dos desafios, os dados também apontam possibilidades relacionadas ao uso da IA para o planejamento. O potencial da IA pode favorecer planejamentos pedagógicos mais flexíveis e inclusivos, especialmente na adaptação de atividades e avaliações para estudantes com diferentes necessidades educacionais. Nessas situações, observa-se uma articulação entre CK, PK e TK, aproximando-se do TPACK. A tecnologia está atuando como mediadora do ensino, ampliando as possibilidades de intervenção pedagógica do professor, sem substituir seu papel central no processo educativo.

Por fim, as entrevistas mostraram um posicionamento dos docentes ao não compreenderem a IA como substituta do professor, mas como um recurso que pode ampliar as possibilidades de ensino quando utilizada de forma crítica e intencional. As expectativas futuras dos participantes concentram-se no fortalecimento de práticas que promovam maior protagonismo dos estudantes, autonomia na aprendizagem e desenvolvimento do pensamento crítico.

Dessa forma, conclui-se que esta pesquisa contribui para o campo da Educação Matemática ao evidenciar como a IA vem sendo incorporada aos planejamentos de aula e ao demonstrar que o modelo TPACK constitui um referencial teórico pertinente para analisar essas práticas. Espera-se que os resultados apresentados possam promover futuras pesquisas, bem como ações formativas voltadas ao desenvolvimento do TPACK, contribuindo para uma integração crítica e pedagógica da IA no ensino de Matemática.

Como toda investigação, esta pesquisa apresenta algumas limitações. O número reduzido de participantes na etapa das entrevistas, o que, embora tenha possibilitado uma análise aprofundada das falas, limita a generalização dos achados. Além disso, os dados foram produzidos com base em autorrelatos dos professores, tanto no questionário quanto nas entrevistas, o que pode implicar vieses relacionados à percepção dos participantes sobre suas próprias práticas. Outro aspecto refere-se ao fato de que a análise esteve centrada no planejamento das aulas, não contemplando a observação da prática em sala de aula, o que poderia oferecer evidências sobre a integração entre os conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo.

Como desdobramento desta pesquisa, surge a possibilidade de aprofundar a análise do uso da IA no ensino de Matemática a partir de outros referenciais teóricos complementares ao modelo TPACK. Nesse sentido, destaca-se a pertinência de investigações que adotem o modelo proposto por Niss *et al.* (2009), especialmente no que se refere aos níveis e dimensões como também do Conhecimento Contextual, permitindo uma análise mais refinada sobre como a IA

pode contribuir para o desenvolvimento das competências matemáticas dos estudantes. Além disso, estudos futuros podem incluir a observação de práticas em sala de aula, ampliando a compreensão sobre como os planejamentos mediados por IA se concretizam no ensino. Também se mostra relevante investigar processos formativos voltados ao desenvolvimento do TPACK com foco no uso da IA, bem como analisar o papel das políticas educacionais e das condições institucionais na consolidação dessas práticas, por meio do Conhecimento Contextual. Logo, as pesquisas que envolvem diferentes níveis de ensino e contextos escolares podem contribuir para uma compreensão abrangente e contextualizada da integração da IA na Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

AMAZON WEB SERVICES. **O que é engenharia de prompts?** s.d. Disponível em: https://aws.amazon.com/pt/what-is/prompt-engineering/. Acesso em: 7 jan. 2026.

ARAÚJO FILHO, R. M. de. **Formação inicial do professor de matemática: um olhar para integração de recursos digitais em situações de colaboração à luz da TPACK.** 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/41033. Acesso em: 11 ago. 2024.

AZEVEDO, N.H.; SANTOS, P.G.F. Primazia da dimensão utilitária e recuo crítico: inteligência artificial generativa e os valores em disputa na ciência. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências [online]**. 2025, vol. 27, e59484 [viewed 29 July 2025]. Disponível: https://doi.org/10.1590/1983-2117-59484. Acesso em: 17 nov. 2025.

BARRETO, J. M. **Inteligência artificial no limiar do século XXI**. 2. ed. Florianópolis: [s.n.], 1999.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática:** sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.

BRITO, G. C. de; SANTOS, E. M. dos. Cartilha digital navegando pelo TPACK: um modelo teórico para planejar aulas com tecnologias digitais no contexto da BNCC. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 11, p. e0119, 2023. Disponível em: https://periodicos.udesc.br/index.php/boem/article/view/24819. Acesso em: 12 jan. 2026.

BUENO, R. W. S.; CECCO, B. L. . O USO DAS TDIC E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: O TPACK COMO CONSTRUCTO PARA POTENCIALIZAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM. In: Hellen Boton Gandin; Camila Aguilar Busatta; Susana Schwartz Basso. (Org.). **Linguagens, tecnologias e formação de professores.** 1ed.Frederico Westphalen: URI Frederico Westphalen, 2024, v. 01, p. 134-154.

BUENO, R.W. S., NIESS, M. L., ENGIN, R. A., BALLEJO, C. C., LIEBAN, D. Technological pedagogical content knowledge: Exploring new perspectives. **Australasian Journal of Educational Technology**, *39*(1), 88–105, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.14742/ajet.7970. Acesso em: 16 jul. 2024

BUENO, R. W. da S.; BALLEJO, C. C.; GALLE, L. A. V. Uso de TDIC em interações pedagógicas:expectativas de aprendizagem em um curso de formação continuada. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, *[S. l.]*, v. 5, n.

2, 2023. DOI: 10.5335/rbecm.v5i2.13048. Disponível em: https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/13048. Acesso em: 10 ago. 2024.

BUENO, R. W. S.; LIEBAN, D.; BALLEJO, C. C. Mathematics Teachers' TPACK Development Based on an Online Course with Geogebra. Open Education Studies, n. 3, p. 110-119, 2021. https://doi.org/10.1515/edu-2020-0143

BUITRAGO, A. F.; SILVA, C. N. N.; FAVARO, R. F. Formação de Professores e Inteligência Artificial: estudo sobre desafios e possibilidades a partir das realidades brasileira e colombiana. **Revista Eixo**, Brasília, v. 14, n. 2, p. e02, 2025. DOI: 10.19123/REixo.v14n2.02. Disponível em: https://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/revistaeixo/article/view/290. Acesso em: 12 jan. 2026.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede.** A era da informação: economia, sociedade e cultura. Vol. I. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

CERQUEIRA, K. M. DE O.; NEVES, L. X. Competência tecnológica digital de professores que ensinam Matemática. **Perspectivas da Educação Matemátic**a, *[S. l.]*, v. 18, n. 51, p. 1–22, 2025. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/23903. Acesso em: 12 jan. 2026.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., NACKE, L. From game design elements to gamefulness: defining "Gamification". *In:* Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9 - 15, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1145/2181037.2181040. Acesso em: 11 jul. 2024.

DILHAC, M.; MEYRAN, R. **Os riscos éticos da IA.** Unesco, 2018. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265258_por. Acesso em: 20 out. 2025.

DUQUE, R. de C. S.; MONTEIRO, R. R.; DE OLIVEIRA FILHO, F. L. C.; LOUREIRO, V. J. S.; DO NASCIMENTO, I. J. B. M. F.; PLACIDO, R. L.; DA SILVA, C. J.; DA SILVA, J. M.; SARAIVA, M. do S. G.; SILVA, A. M. de B. Formação de professores para o uso de tecnologia: a inteligência artificial (IA) e os novos desafios da educação. **Caderno Pedagógico,** *[S. l.]*, v. 20, n. 2, p. 838–852, 2023. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1607. Acesso em: 13 ago. 2024.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática percursos teóricos e metodológicos.** Autores Associados, 2009.

GARNICA, A. V. M. **Pesquisa qualitativa e Educação (Matemática):** de regulações, regulamentos, tempos e depoimentos. Mimesis, Bauru, v. 22, n. 1, p. 35-48, 2001. Disponível em: https://secure.unisagrado.edu.br/static/biblioteca/mimesis/mimesis_v22_n1_2001_art_02.pdf . Acesso em: 15 ago. 2024

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIRAFFA, L.; KHOLS-SANTOS, P. Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. **Educação em Análise**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 116–134, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1984-7939.2023v8n1p116. Acesso em: 4 jul. 2024.

GIRAFFA, L. M. **Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais.** 1999. 177 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17620/000269142.pdf. Acesso em: 18 jul. 2024.

GONÇALVES, A. B.; RICHIT, A. O modelo TPACK no contexto da formação de professores: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 12, n. 3, p. e29212340836, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i3.40836. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40836. Acesso em: 13 ago. 2024.

GUIMARÃES JUNIOR, J. C.; DO NASCIMENTO, I. J. B. M. F.; DE SANTANA, M. C.; DE OLIVEIRA, H.; FERREIRA, T. C. de S.; E SILVA, S. L. C.; SALES, R. L.; DE PAULA, W. S.; DOS SANTOS, J. D. F. Inteligência Artificial como ferramenta de apoio ao ensino. **Revista Contemporânea,** *[S. l.]*, v. 3, n. 8, p. 11803–11818, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N8-103. Disponível em: https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/1440. Acesso em: 13 ago. 2024.

GUTIÉRREZ-FALLAS, L. F.; HENRIQUES, A. O TPACK de futuros professores de matemática numa experiência de formação. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, *[S. l.]*, v. 23, n. 2, 2020. DOI: 10.12802/relime.20.2322. Disponível em: https://relime.org/index.php/relime/article/view/47. Acesso em: 12 ago. 2024.

HARPER, F., STUMBO, Z., & KIM, N. When robots invade the neighborhood: Learning to teach preK-5 mathematics leveraging both technology and community knowledge. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, 21(1), 2021. Disponível em: https://citejournal.org/volume-21/issue-1-21/mathematics/when-robots-invade-the-neighborhood-learning-to-teach-prek-5-mathematics-leveraging-both-technology-and-community-knowledge. Acesso em: 01 ago. 2024.

HARRIS, J., MISHRA, P., KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of research o technology in education**, 41(4), 393-416, 2009. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2009.10782536. Acesso em: 14 jun. 2025

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Acesso em: 17 ago. 2024.

KOEHLER, M; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, 9(1), 60-70. 102 2009.

KOEHLER, M; MISHRA, P. **Technological Pedagogical Content Knowledge:** A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, pp. 1017- 1054, 2006.

LIMA, S. I. P. S**. Inteligência artificial no ensino de Matemática: potencialidades e desafios para professores.** 2025. 150 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2025. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/17360/1/Intelig%c3%aancia%20artificial%20no%20ensino%20de%20matem%c3%a1tica_potencialidades%20e%20desafios%20para%20professores.pdf. Acesso em: 12 de jan. 2026.

LUGER, G. F.; STUBBLEFIELD, W. A. **Artificial Intelligence:** Structures and Strategies for Complex Problem Solving. 5th ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2005.

MARTINS, R. H. **O uso da inteligência artificial na educação: análise e percepção dos professores do ensino médio e técnico.** 2023. 126 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Centro Universitário Adventista de São Paulo, Engenheiro Coelho. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=13775534#. Acesso em: 13 ago. 2024.

MARTINS, R. H.; VIANA, H. B.; BARBOSA, R.; TAVARES, C. Z. O uso da Inteligência Artificial na educação: análise e percepção de professores. **REVISTA INTERSABERES**, *[S. l.]*, v. 19, p. e24do3002, 2024. Disponível em: https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2619. Acesso em: 12 jan. 2026.

MASTROIANNI, M. T. M. R.; OLIVEIRA, G. P. de. A inserção da tecnologia nas aulas de matemática e seu processo avaliativo: um estudo preliminar sobre as percepções de professores polivalentes. **Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 1-22, 6 mar. 2020. DOI https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e59118. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2020.e59118/42694. Acesso em: 14 ago. 2024.

MEDEIROS, T. K. S. de; FREITAS, R. de C. R. Q. de; LEAL, I. A. C.; CASTRO, S. C. de; BARROS, A. L. da S.; NASCIMENTO, L. E. S.; COELHO, S. C.; GONÇALVES, A. W. M. A Utilização da Inteligência Artificial no Ensino de Matemática. **COGNITIONIS Scientific Journal**, *[S. l.]*, v. 7, n. 2, p. e490, 2024. Disponível em: https://revista.cognitioniss.org/index.php/cogn/article/view/490. Acesso em: 12 jan. 2026.

MISHRA, P. Considering contextual knowledge: the TPACK diagram gets an upgrade. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, v. 35, n. 2, p. 76-78, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611. Acesso em: 9 set. 2025.

MOHAMED, M. Z. b., HIDAYAT, R., SUHAIZI, N. N. b., SABRI, N. b. M., MAHMUD, M. K. H. b., & BAHARUDDIN, S. N. b. Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, 17(3), em0694, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.29333/iejme/12132. Acesso em: 01 ago. 2024

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2016.

NIESS, M. L.; RONAU, R. N.; SHAFER, K. G.; DRISKELL, S. O.; HARPER, S. R.; JOHNSTON, C.; BROWNING, C.; KOCA, A. Ö.; KERSAINT, G. Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009. Disponível em: https://citejournal.org/wp-content/uploads/2016/04/v9i1mathematics1.pdf. Acesso em: 15 nov. 2025.

NOGUEIRA, C. A.; GONTIJO, C. H.; PRADO, M. E. B. B.; NUNES DA SILVA, A. J. O modelo Tpack e a formação de professores de matemática: repercussões de um curso de robótica educacional. **Educação & Linguagem**, *[S. l.]*, v. 27, n. 27, p. 219–244, 2024. Disponível em: https://revistas.metodista.br/index.php/educacaolinguagem/article/view/1038. Acesso em: 12 jan. 2026.

OLIVEIRA, A. M. R. **O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais**. 2025. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2025.

PARREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. **O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores.** Ensaio: aval. pol. públ. educ. [online]. 2021, vol.29, n.113, pp.975-999. Epub Oct 26, 2021. ISSN 1809-4465. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002803115. Acesso em: 13 ago. 2024.

PURIFICAÇÃO, M. M.; AMADO, N. M. P.; CATARINO, E. M. O uso pedagógico das tecnologias e o desenvolvimento do conhecimento matemático dos professores dos anos iniciais: impactos no desenvolvimento regional. **Caderno Pedagógico**, *[S. l.]*, v. 21, n. 5, p. e4104, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n5-026. Disponível em:

https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4104. Acesso em: 12 jan. 2026.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, Á. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Revista Diálogo Educacional**, 2014, 14(41), 17-36. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1891/189130424002.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

ROCHA, R. N.; NORONHA, F. L. de; PINTO, M. G. de O.; SANTOS JÚNIOR, E. G.; PINTO, R. M.; PIT, L. E.; JACINTO, L. A.; BASTOS, A. do S. M.; GOTTARDI, T. R.; PEREIRA, F. M.; CRUZ, Érico B.; TELES, E. R. de S.; BARBOZA, C. P. F.; LOUREIRO, V. J. S.; RAMALHO, L. de X. Inovação e tecnologias: os impactos da inteligência artificial na formação de professores. **Caderno Pedagógico**, *[S. l.]*, v. 22, n. 10, p. e19197, 2025. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/19197. Acesso em: 12 jan. 2026.

RUSSELL, S., NORVIG, P. Artificial Intelligence: **A Modern Approach**. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010. Disponível em: https://people.engr.tamu.edu/guni/csce421/files/AI_Russell_Norvig.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SHULMAN, L. S. **Those Who Understand:** Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14, 1986.

SILVA, R. S. **Diálogos e Reflexões sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática.** 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018. v. 1. 165p.

SOFFNER, R. K. A promessa de Papert: tecnologias digitais, inovação e práticas educativas. **Revista de Ciências da Educação**, v. XXIII, p. 1-20, 2021. Disponível em: https://discovery.researcher.life/article/a-promessa-de-papert-tecnologias-digitais-inovao-e-prticas-educativas/f0118d5439643616a83a1bf07f119847?usersource=r-product-discovery&feature=default&utm_source=direct_or_organic&utm_medium=direct_or_organic&utm_campaign=direct_or_organic. Acesso em: 18 jul. 2024.

SOUSA, R. S. de; GALIAZZI, M. do C. A categoria na análise textual discursiva: sobre método e sistema em direção à abertura interpretativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, *[S. l.]*, v. 5, n. 9, p. 514–538, 2017. Disponível em: https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/130. Acesso em: 6 nov. 2024.

SOUSA, A. F. MOURA, D. V. S. NASCIMENTO, L. A. V.; SOUSA, G. S. Inteligência artificial e o ensino de Matemática: perspectiva de professores da escola CETI Francisco Nunes sobre as contribuições da IA na construção e uso de materiais manipuláveis para o ensino de probabilidade. **Revista Multidisciplinar do Nordeste**

Mineiro, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 1–17, 2025. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/4483. Acesso em: 12 jan. 2026.

SOUZA, J. T. O. **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo: perspectivas docentes sobre a prática no contexto da pandemia de Covid-19**, 2023. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Matemática e Estatística. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/264965. Acesso em: 12 ago. 2024.

STORMOWSKI, V. Vale a pena utilizar tecnologias digitais na educação? *In:* SILVA, R. **S**. **Diálogos e reflexões sobre tecnologias digitais na educação matemática.** 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018, v. , p. 95-112.

TEIXEIRA, J. F. **Mentes e máquinas: uma introdução à ciência cognitiva** / João de Fernandes Teixeira. − Porto Alegre : Artes Médicas, 1998. Disponível em: https://filosofiadamente.org/images/stories/mentes_e_maquinas.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

TURING, A. Computação e Inteligência. Tradução de Fábio de Carvalho Hansem. **Cérebros, Máquinas e Consciência: uma introdução à filosofia da mente.** São Carlos: EdUFScar, 1996.

UNESCO. Resumo do Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023: **Tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem?** Paris, UNESCO, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.54676/CUYC7902. Acesso em: 5 jul. 2024

UNESCO.**Marco referencial de competências em IA para professores.** Paris, UNESCO, 2025. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000394280. Acesso em: 5 jul. 2025.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa.** França: UNESCO, 2024. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241. Acesso em: 22 out. 2025.

VICARI, R. M. **Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino.** Estudos Avançados, v. 35, p. 73-84, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.006. Acesso em: 03 jul. 2024.

VICARI, R. M. Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030. Brasília: **SENAI,** 2018. Disponível em: https://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/d1dbf03635c1ad8ad3607190f17c9a19.pdf. Acesso em: 03 jul. 2024.

VICCARI, R. M. - **Um tutor inteligente para a programação em lógica : idealização, projecto e desenvolvimento.** Coimbra, 1989. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17971/000031255.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 5 jul. 2024.

WARR, M.; MISHRA, P. **TPACK: the TPACK technology integration framework**. In: EDTECHNICA: THE OPEN ENCYCLOPEDIA OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY. [S.l.]: EdTech Books, 2022. p. 261–267. DOI: https://doi.org/10.59668/371.9034

WEBBER, C. G.; FLORES, D. Roteiro para a integração da inteligência artificial em experiências de ensino. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia,** Canoas, v. 12, n. 2, 2023. DOI: 10.35819/tear.v12.n2.a6861. Disponível em: https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/6861. Acesso em: 13 ago. 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Prezado(a), professor(a)!

Gostaríamos de contar com sua valiosa colaboração para participar desta pesquisa, que tem como objetivo investigar o uso de tecnologias digitais, especialmente da Inteligência Artificial (IA), no ensino de Matemática e suas relações com o modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo). Sua experiência e visão como educador(a) são fundamentais para compreendermos como essas tecnologias têm sido aplicadas nas práticas pedagógicas, bem como os desafios e as potencialidades dessa integração e contribuirá para a construção de uma análise que possa beneficiar a formação e atuação docente.

Todas as suas respostas serão tratadas com total sigilo e confidencialidade, sendo utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos.

Desde já, agradeço a colaboração de todos.

E-mail:

1. Nome completo: _____

2. Qual a sua idade?

A) 18 a 30 Anos

B) 31 a 50 anos

C) 51 a 60 anos

D) 65 ou +

3. Gênero:

A) Feminino

B) Masculino

C) Outro. Qual?

4. Escolaridade:

A) Superior concluído.

B) Especialização em andamento.

C) Especialização concluída.

D) Mestrado em andamento.

E) Mestrado concluído.

F) Doutorado em andamento.

G) Doutorado concluído.

H) Outro. Qual?

5. Qual o Estado em que você mora?

6. Qual a cidade que você mora?

6. Qual é a sua primeira habilitação em curso de nível superior?

7. Há quanto tempo você exerce a função do magistério?

8. Você já participou de algum curso ou formação voltada para o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino?

( ) Sim

( ) Não

Se sim, por favor, descreva brevemente o conteúdo do curso e como ele influenciou sua prática pedagógica.

_____

9. Você já utilizou ferramentas de Inteligência Artificial (IA) em suas aulas de Matemática?

10. Qual o nível de familiaridade que você tem com o uso de IA em práticas educacionais?

( ) Nenhuma

( ) Baixa

( ) Moderada

( ) Alta

11. Sobre a IA nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, como você percebe o uso dela? Explane.

( ) Muito promissor

( ) Moderadamente promissor

( ) Pouco promissor

( ) Não vejo potencial

( ) Outro

12. Como você percebe que a IA pode fazer parte dos processos de ensino da Matemática, em acordo com as necessidades dos estudantes? Explane.

13. Com que frequência você utiliza IA no planejamento de suas aulas?

( ) Nunca

( ) Raramente

( ) Às vezes

( ) Frequentemente

( ) Sempre

14. Em quais aspectos do planejamento de aulas você percebe alguma possível utilidade da IA?

( ) Seleção de conteúdos e atividades

( ) Criação de materiais didáticos

( ) Avaliação de desempenho dos alunos

( ) Organização do cronograma de ensino

( ) Outros: _____

15. Como você percebe o impacto do uso de IA na eficácia do planejamento de aulas?

16. Ao utilizar IA no planejamento, você percebe alguma diferença em relação ao tempo utilizado em comparação com métodos tradicionais?

17. Você observa benefícios/malefícios ao utilizar IA no planejamento de aulas? Explane.

18. No material de ensino que você produziu utilizando IA, como você entende que tenha sido abordada a apresentação dos conteúdos matemáticos aos estudantes?

19. De que forma você entende que o seu conhecimento pedagógico, enquanto docente atuante, fez parte desse material elaborado com IA? Explane.

20. Durante a elaboração dos seus materiais de ensino, como você percebeu as menções ou orientações da IA sobre os aspectos tecnológicos relacionados com os conteúdos de Matemática? Explane.

21. Você percebe, a partir da produção usando IA, que o material sugerido para o trabalho com os estudantes na sala de aula relaciona ou integra os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo? Explane.

22. Uma segunda etapa desta pesquisa envolverá entrevista. Você gostaria de participar? Se sim, por favor deixe o seu contato:

Telefone (com DDD):

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa "O uso da Inteligência Artificial na elaboração de planos de aula: uma análise sob a perspectiva do modelo TPACK", por meio de atividades realizadas pela estudante do curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Yasmin Martins Gonçalves sob a orientação da Prof. Dr. Rodrigo Sychocki da Silva.

Esta pesquisa tem como objetivo investigar como professores dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio utilizam ferramentas baseadas em Inteligência Artificial em suas práticas pedagógicas e como essas experiências se relacionam com os domínios do modelo TPACK.

1. Participantes da Pesquisa: Serão convidados professores de Matemática que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

2. Envolvimento na Pesquisa: A sua participação envolverá o preenchimento de um questionário e, em alguns casos, uma entrevista para compreender suas experiências e percepções sobre o uso da Inteligência Artificial no ensino de Matemática. As entrevistas poderão ser gravadas, caso autorizado por você, com a finalidade de garantir a precisão das informações coletadas. A sua participação é voluntária, e você tem o direito de recusar-se a participar, vetar o uso de suas respostas ou interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Se decidir se retirar da pesquisa, os dados já obtidos serão descartados.

3. Riscos e desconforto: A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. No entanto, pode haver algum desconforto ou constrangimento da parte do participante ao responder às perguntas da entrevista. Você terá total liberdade para não responder qualquer pergunta que o faça sentir-se desconfortável.

4. Benefícios: Sua colaboração contribuirá para a compreensão das possibilidades e desafios do uso da Inteligência Artificial na Educação Matemática, ajudando a expandir o conhecimento científico sobre o tema.

5. Pagamento: A participação nesta pesquisa se dá de forma voluntária, não gerando nenhum pagamento. Além disso, não haverá nenhum tipo de despesa para participar da pesquisa.

6. Confidencialidade: Todas as informações fornecidas serão mantidas sob rigoroso sigilo, e os dados serão analisados sem identificação dos participantes. Nenhuma informação que possa revelar sua identidade será divulgada.

7. Dúvidas e Contato: Em caso de dúvidas ou para qualquer esclarecimento adicional, você pode entrar em contato com os pesquisadores através dos endereços de e-mail: sychocki.rodrigo@gmail.com ou yasminmartins11@hotmail.com.

Atenciosamente,

_____

Yasmin Martins Gonçalves
Pesquisadora, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da UFRGS

_____

Prof. Dr. **Rodrigo Sychocki da Silva**
Pesquisador/Orientador, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da UFRGS

No caso de aceitar/concordar em participar da pesquisa, por favor, preencha com as suas informações:

Nome completo: _____

RG ou CPF: _____

Data: _____ /_____ / 2025

_____

Assinatura do (a) participante

APÊNDICE C - ROTEIRO DA ENTREVISTA

Prezado (a), professor (a)!

Esta entrevista tem como objetivo investigar as percepções e práticas de professores quanto ao uso de tecnologias digitais, incluindo a Inteligência Artificial (IA), no ensino de matemática. A entrevista pretende compreender as oportunidades, desafios e experiências vivenciadas pelos educadores ao incorporar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas, bem como explorar as demandas de formação e os impactos observados no desempenho dos alunos. As entrevistas serão conduzidas com professores do ensino fundamental ou médio, onde se busca comparar o contexto do uso de tecnologias digitais entre duas regiões com características educacionais distintas.

Por isso, está dividida em 4 blocos, abordando diferentes tópicos relevantes para o estudo em questão. O primeiro bloco está direcionado ao uso de tecnologias em sala de aula. O segundo bloco, aborda o uso de IA pelo Professor. O terceiro bloco é a elaboração de planos de aula com IA, o quarto e último bloco são as expectativas e perspectivas futuras com o uso da IA.

1º Bloco – Uso de Tecnologias em Sala de Aula

1. Como você utiliza as tecnologias digitais em suas aulas de matemática?
2. Poderia dar exemplos de ferramentas ou softwares que já usou?
3. O que você percebe, após o uso das tecnologias, no aprendizado dos estudantes?

2º Bloco – Uso de IA pelo Professor

1. Como você começou a usar a IA no ensino de matemática?
2. Qual foi a primeira aplicação que você realizou utilizando IA em suas aulas?
3. A partir da resposta anterior, como foi essa experiência inicial?
4. Quais ferramentas ou plataformas de IA você utiliza em suas práticas pedagógicas? Por que escolheu essas ferramentas?
5. Você observou alguma mudança no desempenho e engajamento dos alunos desde a introdução da IA nas aulas de matemática?
6. Como você percebe o ensino de Matemática a partir do uso de IA, pelo ponto de vista dos estudantes?

7. Quais foram os maiores desafios que você enfrentou ao integrar IA no ensino?
8. Que tipo de formação foi necessária para que você pudesse utilizar IA na elaboração das suas aulas?
9. Você tem compartilhado experiências com outros professores sobre o uso da IA na educação?
10. Ao compartilhar e conhecer outras práticas, estas têm alguma influência na sua ação docente?

3º Bloco – Elaboração de Planos de Aula com IA

1. De que forma o uso da IA tem influenciado na elaboração de seus planos de aula?
2. Como você integra a IA ao desenvolver seus planos de aula para a disciplina de Matemática?
3. Você observa mudanças no processo de planejamento?
4. Você tem colaborado com outros professores no desenvolvimento de planos de aula que utilizam IA?

4º Bloco – Expectativas e Perspectivas Futuras

1. Quais são suas expectativas para o uso da IA na educação nos próximos anos?
2. Quais possibilidades você percebe surgindo para o ensino de Matemática com o uso da IA?

APÊNDICE D – PRODUÇÃO ACADÊMICA

Ao longo da escrita desta dissertação foram elaborados, juntamente com o orientador da referida dissertação, prof. Dr. Rodrigo Sychocki da Silva, os seguintes artigos científicos:

Artigo completo publicado em periódico:

SILVA, R. S. da; MARTINS GONÇALVES, Y. Perspectiva de professores de matemática sobre o uso de Inteligência Artificial no planejamento de aula: uma análise à luz do TPACK. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 10, p. 1–11, 2026. DOI: 10.15536/reducarmais.10.2026.4329. Disponível em: https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/4329. Acesso em: 24 abr. 2026.

Trabalhos completos publicados em anais de congressos:

GONCALVES, Y. M. ; SILVA, R. S. Inteligência Artificial no ensino de Matemática: Integração entre Tecnologia, Pedagogia e Conteúdo. In: 2do Congreso Internacional en Inteligencia Artificial y Educación (CIIAE), 2026, Tandil. **Actas Segundo Congreso Internacional en Inteligencia Artificial y Educación: nuevas fronteras en la educación.** Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2025. v. 1. p. 128-135. Referências adicionais: Classificação do evento: Internacional; Brasil/ Português; Meio de divulgação: Digital; Homepage: https://ciiae.isistan.unicen.edu.ar/; Série: 1; ISSN/ISBN: 978-950-658-6.

GONCALVES, Y. M. ; SILVA, R. S. . INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DAS APLICAÇÕES, DESAFIOS E TENDÊNCIAS. In: PPGEMAT 20 anos: uma história e várias narrativas de pesquisa em Educação Matemática, 2025, Porto Alegre. **Anais do Congresso PPGEMAT 20 anos: uma história e várias narrativas de pesquisa em Educação Matemática**. Porto Alegre: --, 2025. v. 1. p. 613-623. Referências adicionais: Classificação do evento: Regional; Brasil/ Português; Meio de divulgação: Digital; Homepage: https://www.ufrgs.br/20anosppgemat/wp-content/uploads/2025/12/anais_20anos_PPGEMAT.pdf; Série: 1; ISSN/ISBN: 9786501848976.