

Desafios de acesso e inovação pedagógica com tecnologias digitais no ensino de Matemática: contribuições do modelo TPACK

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais

Taiobeiras, MG — Brasil

✉ agnaldo.maciels86@gmail.com

🆔 0009-0001-9751-2488

Josué Antunes de Macêdo

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de

Minas Gerais

Montes Claros, MG — Brasil

✉ josueama@gmail.com

🆔 0000-0001-7737-7509



2238-0345 

10.37001/ripem.v15i2.4526 

Recebido • 23/03/2025

Aprovado • 06/05/2025

Publicado • 12/05/2025

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: Este artigo traz os resultados de uma pesquisa, baseada no acesso às tecnologias digitais, que teve como participantes professores de Matemática da Educação Básica de escolas públicas. Esta pesquisa qualitativa envolveu a realização de entrevistas que incorporaram o uso de tecnologias, incluindo recursos digitais, como estratégia metodológica. Assim, a investigação busca averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática. A pesquisa é sustentada no constructo teórico do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). As interações entre as várias escolas e diferentes municípios evidenciaram que as tecnologias digitais (TD), apesar dos benefícios, da empregabilidade de métodos mais dinâmicos e colaborativos, da implementação eficaz, enfrentam desafios, como falta de infraestrutura adequada, impasses à formação continuada e desigualdade de acesso às tecnologias digitais.

Palavras-chave: TPACK. Tecnologias Digitais. Ensino de Matemática. Formação Docente. Acesso Digital.

Challenges of Access and Pedagogical Innovation with Digital Technologies in Mathematics Teaching: Contributions of the TPACK Model

Abstract: This article presents the results of a qualitative research study focused on access to digital technologies, involving Mathematics teachers from public Basic Education schools. The study used interviews incorporating digital tools as part of its methodological strategy. It aimed to investigate the continuing professional development needs of Mathematics teachers regarding access to and use of digital technologies in Mathematics teaching. The research is grounded in the theoretical framework of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). The interactions among schools from different municipalities revealed that, despite the benefits of employing more dynamic and collaborative teaching methods, the effective implementation of digital technologies still faces challenges such as inadequate infrastructure, barriers to ongoing teacher training, and unequal access to digital resources.

Keywords: TPACK. Digital Technologies. Mathematics Teaching. Teacher Training. Digital Access.

Retos del acceso y de la innovación pedagógica con tecnologías digitales en la enseñanza de Matemáticas: Aportes del modelo TPACK

Resumen: Este artículo presenta los resultados de una investigación cualitativa centrada en el

acesso a las tecnologías digitales, en la que participaron docentes de Matemáticas de la Educación Básica de escuelas públicas. La investigación utilizó entrevistas que incorporaron recursos digitales como parte de su estrategia metodológica. El objetivo fue indagar las necesidades de formación continua de los docentes de Matemáticas en relación con el acceso y el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de esta disciplina. El estudio se fundamenta en el marco teórico del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK). Las interacciones entre diversas escuelas y municipios evidenciaron que, a pesar de los beneficios de emplear métodos más dinámicos y colaborativos, la implementación efectiva de las tecnologías digitales aún enfrenta desafíos, como la falta de infraestructura adecuada, barreras para la formación continua y desigualdad en el acceso a los recursos digitales.

Palabras clave: TPACK. Tecnologías Digitales. Enseñanza de las Matemáticas. Formación Docente. Acceso Digital.

1 Introdução

Emprega-se, no contexto da tecnologia, a expressão *digital* quando se quer falar de meios de comunicação, *internet*, computadores e eletrônica. A palavra digital tem origem no latim *digitus* (palavra latina para dedo), uma vez que os dedos eram usados para contagem discreta. Há a possibilidade de usar tecnologia digital (TD) na Matemática escolar, não apenas como um tema a investigar, mas como um componente, superando desafios no acesso e buscando a inovação pedagógica.

Certamente, o acesso às TD no ensino da Matemática tem se tornado cada vez mais relevante, mormente com o avanço de ferramentas e plataformas disponíveis. Também é importante abordar as desigualdades e garantir que todos tenham a oportunidade de alcançar benefícios com a utilização dessas ferramentas. Ao considerarem suas vantagens, torna-se essencial que os professores sejam capacitados para utilizá-las efetivamente no ensino da Matemática. Isso inclui formação continuada e suporte para que possam integrar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas.

A importância do tema *Tecnologias digitais no ensino da Matemática: Acesso e inovação pedagógica com TPACK*, amplamente discutido e vivenciado na educação contemporânea, inspirou a realização da pesquisa, descrita neste artigo, que foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). Trata-se de um trabalho que tem o acesso às TD e suas inserções na prática pedagógica do professor como escopo, e sua empregabilidade no ensino como temática específica, em um contexto de inovações didáticas.

O estudo sobre o tema justifica-se pela importância em entender que a sociedade está cada vez mais digitalizada, e a educação não pode ficar para trás. Dessa maneira, os professores devem desenvolver habilidades digitais, promovendo a educação contemporânea.

Assim, a integração das TD implica uma ressignificação das concepções dos professores acerca do ensino de Matemática. A par disso, fizemos uma pesquisa com professores de várias escolas em municípios distintos. Mais especificamente, procuramos responder à seguinte questão: *Como o acesso às tecnologias digitais por parte dos professores de Matemática impacta a qualidade do ensino e a aprendizagem em diferentes contextos educacionais?*

Com base nessa questão, recorreremos aos níveis de desenvolvimento do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo – TPACK, com foco na dimensão do Acesso e Ensino com TD, e investigamos os níveis de desenvolvimento do TPACK revelados por esses profissionais, quando relatam suas práticas.

Então, os níveis de conhecimento em que os professores se envolvem ativamente na orientação da aprendizagem dos conteúdos de Matemática com TD emergem à medida que o conhecimento tecnológico se expande e começa a se cruzar com o conhecimento pedagógico e de conteúdo (Niess *et al.*, 2009).

O Comitê de Tecnologia da *Association of Mathematics Teacher Educators* (AMTE), com sede nos Estados Unidos, descompacta quatro temas principais no Modelo de Desenvolvimento TPACK do professor de Matemática: Currículo e Avaliação; Aprendizagem; Ensino e Acesso. A propósito, os dois últimos fazem parte do escopo deste trabalho.

Desta forma, a investigação que aqui descrevemos assenta-se no objetivo de *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*.

Especificamente, este estudo busca: *i* - Identificar barreiras e facilitadores no acesso às TD pelos professores de Matemática e como isso impacta o ensino; *ii* - informar sobre oportunidades de formação continuada que visem aprimorar o TPACK; *iii* - identificar quais TD que os professores estão utilizando na gestão de aprendizagem e como são aplicadas nas aulas.

Inicialmente, abordamos os níveis do TPACK dos professores de Matemática, considerando aspectos do ensino e do acesso às TD, que viabilizam a análise dos níveis de desenvolvimento desse conhecimento entre os professores entrevistados. A partir dos relatos compartilhados, tornou-se possível examinar suas práticas e, com base na estrutura teórica adotada, refletir, conjecturar, correlacionar e investigar o TPACK em diferentes perspectivas.

A seguir, detalhamos as etapas e os avanços do ensino da Matemática com as TD, os aspectos contextuais com base numa revisão de literatura, relacionados às fases das TD no ensino da Matemática, com foco na obra *Fases das TD em Educação Matemática – Sala de aula e Internet em Movimento*, de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), que se caracteriza como de importância para esta pesquisa. Para complementação dessa revisão, recorreremos ao livro *Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais* (Borba, Souto & Canedo Junior, 2022), no qual os autores exploram a utilização de textos audiovisuais na Educação Matemática.

No decorrer deste estudo, abordaremos as entrevistas desenvolvidas com 28 professores de Matemática, com a finalidade de desvendar como o acesso às TD impacta a qualidade do ensino e aprendizagem em diferentes contextos educacionais, considerando a formação continuada como variável determinante.

Por fim, apresentaremos os resultados das etapas da pesquisa, cujas análises foram conduzidas com base em Bardin (2016). As conclusões e considerações são estruturadas a partir do *framework* proposto por Niess, Sadri e Lee (2007), que delineia um modelo de desenvolvimento do TPACK para professores de Matemática.

2 O TPACK na dimensão do ensino da Matemática com acesso às tecnologias digitais

O *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) ou Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo é um modelo teórico que busca compreender como os professores integram as TD em suas práticas pedagógicas, notadamente no ensino de disciplinas específicas, como a Matemática. Mas qual a origem desse conceito?

O TPACK surgiu no início dos anos 2000 a partir da crescente necessidade de entender como os professores poderiam utilizar as TD e suas possibilidades pedagógicas. Por isso, é

necessário revisitar sua origem nas obras do pesquisador Lee Shulman, uma das principais referências nos estudos sobre a profissão docente. Inicialmente, intitulado PCK – conhecimento pedagógico do conteúdo (em inglês, *Pedagogical Content Knowledge*), de acordo com Born, Prado e Felipe (2019), o conceito foi descrito pela primeira vez por Shulman, em 1984.

O PCK é um conhecimento especializado que vai além do domínio do conteúdo da disciplina. Ele envolve a capacidade de transformar esse conhecimento em experiências de aprendizagem significativas. Sobre isso, Ausubel (2003) destaca a importância de conectar novos conceitos à estrutura cognitiva prévia dos alunos, enfatizando que a aprendizagem significativa ocorre quando há uma relação substantiva e não arbitrária entre o novo material e os conhecimentos já existentes.

Sendo assim, ao desenvolver seu PCK, o professor se torna mais preparado para enfrentar os desafios da sala de aula e promover a aprendizagem de seus alunos de forma eficaz.

Deve-se haver uma tentativa de trazer para a cena da prática do professor não só o conhecimento do conteúdo específico, mas também uma relação atrelada do mesmo com uma dimensão didática, podendo assim, realizar uma transformação do conteúdo em formas didaticamente poderosas, a qual ele chama de conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986, p. 8, tradução nossa).

Desse modo, em razão de o PCK referir-se a algo que é de domínio exclusivo dos professores - sua forma especial de entendimento profissional - Shulman (1987) considera ser essa a categoria que mais provavelmente diferencia o entendimento de um especialista daquele de um professor.

Nesse contexto, cabe apresentar as fases de categorização que passou o TPACK, com foco nos trabalhos de Shulman (1986), aprimorados com os seus estudos, mudando a concepção do PCK para ele e para o mundo.

Shulman (1986) propôs três categorias teóricas de conhecimento presentes no desenvolvimento cognitivo do professor: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular.

Em sua busca por definir as bases de conhecimento da docência, Shulman (1987) revisou essas categorias, desdobrando-as em sete: a) o conhecimento do conteúdo — objeto de ensino; b) o conhecimento pedagógico geral — gestão e organização da sala de aula; c) o conhecimento do currículo — materiais instrucionais disponíveis; d) o conhecimento pedagógico do conteúdo — domínio exclusivo dos professores sobre conteúdo e estratégias de ensino; e) o conhecimento dos aprendizes e suas características; f) o conhecimento dos contextos educacionais, que engloba: sala de aula, gestão e financiamento e características culturais; g) o conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação.

A integração da tecnologia ao PCK começou por Koehler e Mishra (2005).

Embora tenha havido muito debate sobre o que os professores precisam saber sobre tecnologia, menos atenção tem sido dada à forma como eles deveriam aprender. Os programas de preparação de professores precisam ir além da mera formação de professores sobre como usar ferramentas específicas de software e hardware e, em vez disso, concentrem-se no desenvolvimento de uma compreensão do complexo conjunto de inter-relações entre artefatos, usuários, ferramentas e práticas (Koehler & Mishra, 2005, p. 1, tradução nossa).

A integração da tecnologia ao conteúdo pedagógico ganhou maior destaque em 2005, com a publicação em especial do artigo *Teachers Learning Technology by Design* (Professores aprendendo tecnologia por design) de Koehler e Mishra (2005).

Nossa abordagem se estende a de Shulman (1986) com a ideia do conhecimento de conteúdo pedagógico para incluir tecnologia. Este aspecto é consistente com o trabalho de outros estudiosos nesta área que defendem uma construção semelhante (Koehler & Mishra, 2005, p. 2, tradução nossa).

Esses autores popularizaram o conceito de TPACK, acrônimo para *Technological Pedagogical Content Knowledge*, embora a sigla original tenha sido alterada para TPACK em 2007, por questões de pronúncia, como ressaltam Thompson e Mishra (2007), quando alguns membros da comunidade de pesquisa a propuseram por ser mais facilmente pronunciada.

O conceito central permaneceu o mesmo, configurando esse conjunto de conhecimentos como um pacote completo e necessário à formação inicial ou continuada dos professores de Matemática para uma prática docente eficaz em um ambiente digital.

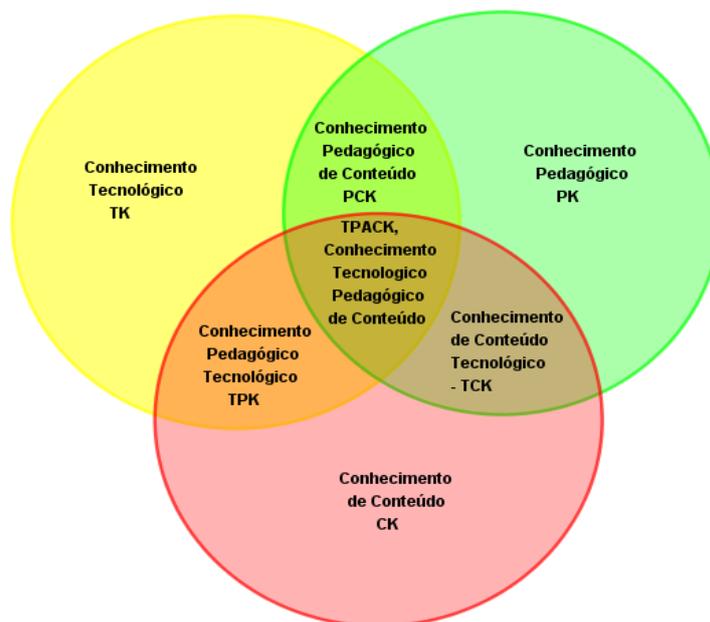
Mishra e Koehler (2006) foram os principais responsáveis por desenvolver o modelo TPACK e popularizá-lo na comunidade educacional. Seus estudos e publicações sobre o tema foram fundamentais para a disseminação do conceito. O TPACK oferece um *framework* para que os professores de Matemática possam integrar as TD em suas aulas de forma intencional e significativa.

Pesquisadores da área da educação (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2008; Niess *et al.*, 2009 & Palis, 2010) perceberam que o simples domínio de ferramentas tecnológicas não era suficiente para garantir uma boa prática pedagógica. Era preciso que os professores fossem capazes de integrar o conhecimento tecnológico com o pedagógico e o específico da disciplina que ensinam.

A formação de professores tem traçado caminhos diversos na tentativa de acompanhar o que o professor e a sociedade vêm exigindo. Ao considerar isso, Farina e Benvenuti (2024) dialogam sobre o papel crescente na educação e a necessidade de formação continuada do professor, “nesse sentido, a formação humanizadora, emancipatória e de qualificação destaca-se como um caminho promissor para aprimorar a prática docente, promover a autonomia dos professores e, conseqüentemente, garantir uma educação de qualidade” (Farina & Benvenuti, 2024, p. 80).

Em resumo, o TPACK (Figura 1) é um modelo teórico que tem se mostrado fundamental para a formação e o desenvolvimento profissional de professores de Matemática, ao compreender os diferentes componentes do TPACK e suas inter-relações. Desse modo, os professores podem integrar TD à sua prática pedagógica, promovendo assim uma aprendizagem mais significativa e relevante para seus alunos.

Figura 1: Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo



Fonte: Elaboração própria – Adaptado de Mishra e Koehler (2006).

3 O panorama das tecnologias digitais no ensino da Matemática

O ensino da Matemática passou por várias fases, mediante a evolução tecnológica, e autores como Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), no livro "*Fases das Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática*" abordam a evolução e a integração das TD no ensino da Matemática, enfatizando como essas ferramentas podem aprimorar o processo de aprendizagem.

Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) exploram diferentes fases de implementação das TD, desde o uso básico de ferramentas digitais até a incorporação de metodologias mais avançadas, como ambientes virtuais de aprendizagem em tecnologias educacionais.

Os autores discutem a importância da formação de professores para o uso eficaz dessas TD, além de apresentar experiências práticas e estudos de caso que ilustram como as TD podem facilitar a compreensão de conceitos matemáticos. O livro também analisa os desafios e as oportunidades que surgem com a adoção dessas ferramentas, promovendo uma reflexão sobre o futuro do ensino da Matemática na era digital.

As TD assumiram nomes distintos relativos a cada época, esses nomes oferecem uma visão dos desafios enfrentados pelos educadores na implementação dessas tecnologias, como a falta de formação adequada, infraestrutura insuficiente e resistência à mudança, como afirmam Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020).

A análise das cinco fases das TD no ensino da Matemática, no contexto da *sala de aula em movimento*, tanto em ambientes presenciais (sala de aula) quanto em virtuais (*internet*) podem ser resumidas da seguinte forma:

1. *Fase da Introdução:* nesta fase, as TD começam a ser incorporadas ao ambiente escolar. Ferramentas básicas, como calculadoras e recursos digitais simples, são utilizadas para apoiar o ensino e a aprendizagem. O foco é na familiarização dos alunos com essas ferramentas.

2. *Fase da Integração:* aqui, as TD são integradas de maneira mais sistemática ao currículo de Matemática. Os professores utilizam recursos digitais, como plataformas *online* e aplicativos educacionais, para enriquecer as aulas e facilitar a compreensão de conceitos

matemáticos. O ensino torna-se mais dinâmico e interativo.

3. *Fase da Inovação*: nesta fase, há uma transformação significativa nas práticas pedagógicas. Tecnologias mais avançadas, como simulações, jogos educativos e ambientes virtuais de aprendizagem, são utilizadas para criar experiências de aprendizagem personalizadas. O foco está na resolução de problemas e no desenvolvimento do pensamento crítico.

4. *Fase da Transformação*: é caracterizada por uma verdadeira revolução no ensino da Matemática. As TD são plenamente integradas ao processo educacional, permitindo uma abordagem colaborativa e multidisciplinar. Os alunos tornam-se protagonistas de sua aprendizagem, utilizando ferramentas digitais para explorar, investigar e criar, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado.

5. *Fase dos vídeos na Educação Matemática*: caracterizada pelo avanço da criação de vídeos e transmissões ao vivo (*lives*), como fenômenos notáveis dessa fase. “A realização de *lives*, que se difundiram a partir de 2020 em razão da pandemia da COVID-19, contribuiu para a divulgação dos festivais e a expansão da produção de vídeos como possibilidade em Educação Matemática” (Borba, Souto & Canedo Junior, 2022, p. 34). Isso foi possível por meio de aulas remotas e de professores que buscavam aprender a usar plataformas de ensino *online*, tecnologias educacionais e ferramentas de videoconferência, numa adaptação rápida e, muitas vezes, investimento em formação continuada, como evidencia Santos (2023): “Como visto, a plataforma do *YouTube* possibilitou não só a criação de um ambiente de entretenimento, mas também de construção do conhecimento” (Santos, 2023, p. 6).

A quinta fase pode ser identificada a partir do surgimento de uma ferramenta que antes era inimaginável, a *live*. “Com o advento da internet, as redes sociais nos proporcionaram diversos recursos que podem auxiliar as atividades pedagógicas. Diante do isolamento social, as *lives* se tornaram um ambiente de aprendizagem promissor considerando suas possibilidades de difusão do conhecimento” (Santos, 2023, p. 2).

Assim, a quinta fase revolucionou a comunicação, a educação e o consumo de conteúdo. Essa tendência parece irreversível, mesmo diante da crise na educação. Os professores, imersos nesse cenário de incertezas, enfrentam desafios constantes para se adaptar às mudanças em curso.

4 O *framework* TPACK como um modelo de formação continuada

O uso pedagógico das (TD) é um tema relevante, especialmente no desenvolvimento do conhecimento matemático dos professores da educação básica. Desde a introdução dos computadores, na década de 1980, as TD têm sido empregadas na Educação Matemática, um período que Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) identificam como a primeira fase das TD nesse campo no Brasil.

Levando em consideração o contexto da sociedade atual, torna-se essencial o professor apropriar-se das TD, diante da necessidade de alinhar o processo de ensino com as demandas da sociedade tecnologicamente digital. Para atender a essa necessidade, é essencial que o professor invista na formação continuada, adquirindo conhecimentos que aprimorem sua prática pedagógica, como afirmam Martins e Macêdo (2023).

Essa ampliação de conhecimento do professor com as TD, constituem-se em ferramentas com potencial de mudar a natureza da sala de aula, possibilitando representações e demonstrações que tornam o conteúdo mais acessível e dinâmico, com aulas interativas e atrativas, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e não-cognitivas dos

alunos

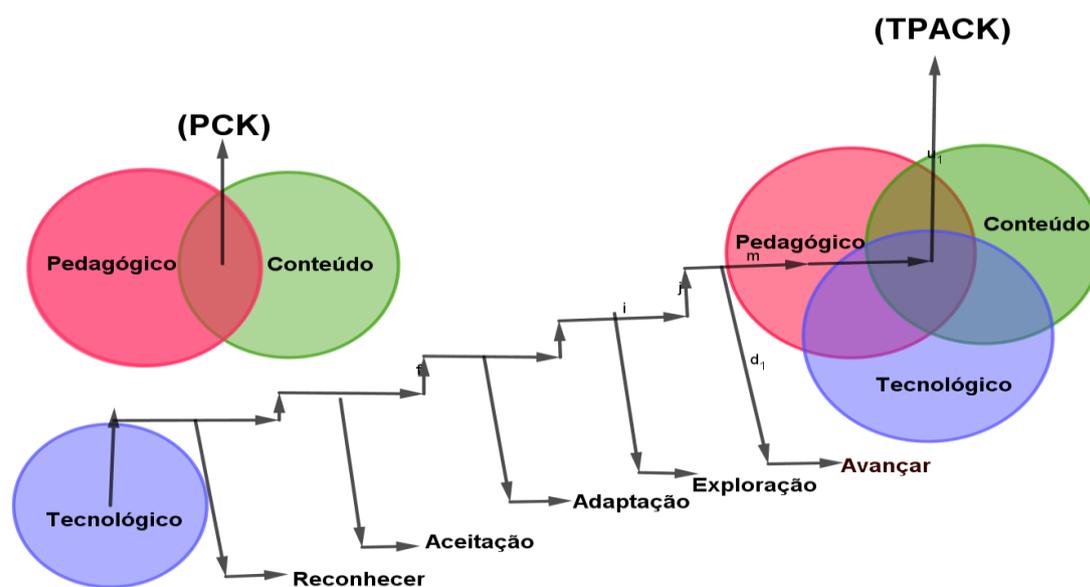
A Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação (*International Society for Technology in Education – ISTE*) publicou, entre 2002 e 2008, uma série de diretrizes para promover o uso pedagógico eficaz da TD na educação. Essas diretrizes ressaltam a importância de priorizar o conteúdo e as práticas instrucionais eficazes, em vez de focar apenas na quantidade ou no tipo de tecnologia utilizada. Essa perspectiva enfatiza a necessidade de integrar a TD de maneira significativa e pedagogicamente consistente, com o objetivo de potencializar a aprendizagem dos alunos.

Diante desse contexto, compreende-se que o *framework* TPACK se apresenta como uma abordagem essencial para orientar os processos de formação de professores em uma sociedade cada vez mais mediada por inovações tecnológicas. Esse modelo resalta a importância de não apenas utilizar a TD na prática pedagógica, mas também dominar os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo, elementos fundamentais para uma formação docente sólida e alinhada às demandas contemporâneas.

Com base na compreensão de Silva, Simões Junior e Samá (2024), o professor deve promover práticas contextualizadas, integrando teoria e aplicação na era digital. Para nortear os conhecimentos sobre o TPACK, o Comitê de Tecnologia da Associação de Formadores de Professores de Matemática (AMTE), uma organização profissional dedicada à melhoria da formação de professores de Matemática, criou uma descrição visual para pensar os níveis do TPACK (Figura 2). À proporção que o conhecimento da tecnologia se desenvolve, a base de conhecimentos dos professores ascende por meio do saber descrito como TPACK. É o momento em que os professores estão ativamente envolvidos na orientação da aprendizagem Matemática dos alunos com as TD.

Nesse estágio, os docentes passam a desempenhar um papel ativo na mediação da aprendizagem matemática dos alunos por meio do uso pedagógico da tecnologia.

Figura 2: Descrição visual dos níveis de professores na forma interconectada e integrada identificada pelo TPACK



Fonte: Elaboração própria – Adaptado de Niess, Sadri e Lee (2007).

A Figura 2 ilustra a progressão do conhecimento docente dentro do *framework* TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), que articula três dimensões essenciais:

- *Conhecimento Pedagógico (P)* – representado pelo círculo vermelho;
- *Conhecimento de Conteúdo (C)* – representado pelo círculo verde;
- *Conhecimento Tecnológico (T)* – representado pelo círculo azul.

No ponto inicial, no canto inferior esquerdo, o professor inicia com um conhecimento predominantemente tecnológico, sem conexão com os aspectos pedagógicos e de conteúdo. A evolução ocorre de maneira ascendente e não linear, passando por diferentes fases:

- Reconhecer → Identifica a importância das TD na educação.
- Aceitação → Começa a aceitar a integração das TD à prática pedagógica.
- Adaptação → Ajusta suas práticas para incluir recursos tecnológicos.
- Exploração → Testa e experimenta diferentes formas de integrar as TD.
- Avançar → Usa a tecnologia de maneira mais integrada à pedagogia e ao conteúdo.

O primeiro avanço significativo ocorre quando o professor alcança o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)*, combinando aspectos pedagógicos e disciplinares, mas ainda sem a presença efetiva das TD. No estágio mais avançado, atinge-se o *TPACK*, em que os três domínios se integram plenamente. Nesse nível, o docente utiliza a tecnologia de forma estratégica, não apenas como um recurso complementar, mas como um elemento estruturante no processo de ensino e aprendizagem.

A representação visual destaca a jornada de desenvolvimento profissional dos professores na adoção da tecnologia educacional. O objetivo final é a consolidação do *TPACK*, permitindo uma integração eficiente entre conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo, promovendo práticas inovadoras e aprimorando a experiência de ensino.

Em síntese, a trajetória inicia-se com a *tomada de consciência* sobre o potencial das tecnologias (*Reconhecimento*), seguida pela *formação de uma atitude crítica e reflexiva* em relação ao seu uso (*Aceitação*). Nos estágios subsequentes, como *Adaptação* e *Exploração*, os docentes começam a implementar e avaliar o impacto das tecnologias em sua prática. O processo culmina na fase de *Avançar*, em que a integração já está consolidada, possibilitando ajustes e aprimoramentos contínuos.

Dessa forma, considerando a representação visual e as percepções dos professores entrevistados, esse *framework* permite identificar em qual nível do processo de desenvolvimento profissional os docentes se encontram ao longo das cinco etapas descritas.

Considerando os objetivos do presente trabalho, discutiremos nessa dimensão do *Mathematics TPACK* o que descompacta os níveis dos professores em pensamento e compreensão no processo de desenvolvimento do *TPACK*, conforme descrito por Niess, Sadri e Lee (2007), nos Padrões *TPACK* para Professores de Matemática os temas *Ensino* e *Acesso*.

Segundo Niess, Sadri e Lee (2007), os descritores para cada nível fornecem uma descrição detalhada dos temas e níveis. Esta estrutura pode ser útil para professores orientarem o desenvolvimento e a avaliação de atividades de caráter profissional, entendendo que um mesmo professor pode estar no tema ensino, no nível avançado, e, no tema acesso, no nível de conhecimento e vice-versa.

1. *Reconhecimento (conhecimento)* – em que os professores são capazes de

usar a tecnologia e reconhecer seu alinhamento com o conteúdo da Matemática, mas ainda não integram a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática.

2. *Aceitação (persuasão)* – em que os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável para o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

3. *Adaptação (decisão)* – em que os professores se envolvem em atividades que conduzem a uma escolha para aprovar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia.

4. *Exploração (implementação)* – em que os professores integram ativamente o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

5. *Avanço (confirmação)* – em que os professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem da Matemática a uma tecnologia apropriada (Niess *et al.*, 2009, p. 9, tradução e grifo nosso).

Ademais, a integração eficaz de TD no ensino de Matemática requer um planejamento cuidadoso, uma avaliação contínua e formação continuada. O *Mathematics TPACK* fornece um modelo conceitual para essa tarefa, estruturado em quatro áreas principais, auxiliando educadores e pesquisadores de todos os níveis, nesse estudo, o foco são as áreas *ensino* e *acesso*.

5 Procedimentos metodológicos

A pesquisa descrita neste artigo passou pelo crivo do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), tendo sido considerada aprovada, conforme o termo consubstanciado sob a indicação n.º 6.434.630 e o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n.º 74599923.9.0000.5146, por respeitar os preceitos éticos necessários. Além disso, por envolver seres humanos, os colaboradores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de forma voluntária.

Visto que o uso de TD pode impactar significativamente tanto a prática pedagógica dos professores quanto a aprendizagem dos alunos, buscamos investigar as necessidades de formação continuada dos docentes de Matemática no que se refere ao acesso e à utilização desses recursos no ensino da disciplina, adotando, para isso, uma abordagem metodológica qualitativa.

Em conclusão, pode-se afirmar que o que caracteriza a análise qualitativa é o fato de a "inferência - sempre que é realizada - ser fundada na presença do índice (tema, palavra, personagem etc.), e não sobre a frequência da sua aparição, em cada comunicação individual" (Bardin, 2016, p. 146).

Optamos pela pesquisa qualitativa, pois pretendemos analisar e interpretar dados previamente coletados, além de fundamentarmos teoricamente as transcrições. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa apresenta “um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado. Ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (Minayo, 2001, p. 21).

Nesta pesquisa, valorizamos mais o aprofundamento das entrevistas do que a extensão da amostra. A participação dos 28 professores na entrevista constituiu peça fundamental para a obtenção dos dados. As transcrições realizadas forneceram informações ricas e relevantes para a análise na formação continuada dos professores participantes da pesquisa na região estudada.

Realizamos a pesquisa em doze escolas estaduais que oferecem os anos finais do ensino

fundamental e do ensino médio, distribuídas em sete municípios, todos situados no Norte do estado de Minas Gerais. Calculamos a distância média deles em relação à capital Belo Horizonte. Chegamos à conclusão que dista 476,92 km, entendendo que as inovações tecnológicas partem da capital para o interior.

O processo de coleta de dados iniciou-se em março de 2024 e foi realizado com duas unidades amostrais distintas. Inicialmente, utilizou-se um questionário no *Google Forms* dividido em duas seções: (a) caracterização do docente e (b) integração das TD nas aulas de Matemática e a postura do professor, alinhando-se às novas perspectivas da educação. Na segunda unidade amostral, foram realizadas entrevistas semiestruturadas de forma remota com professores de Matemática da Educação Básica, utilizando a plataforma *Google Meet*.

Bardin (2016) denominou essas técnicas de *entrevistas semidiretivas* (também conhecidas como *com plano, guiadas, com esquema, focalizadas ou semiestruturadas*), destacando que são mais breves e de aplicação mais ágil. Independentemente do contexto, a autora ressalta que todas devem ser *rigorosamente registradas e transcritas na íntegra*, preservando elementos como hesitações, risos, pausas e até mesmo os estímulos ou intervenções feitas pelo entrevistador durante o processo.

A entrevista, conforme destacado por Bardin (2016), é um método de investigação qualitativa que visa interpretar e compreender a comunicação verbal. Essa abordagem leva em conta não apenas o conteúdo das falas, mas também o contexto em que elas ocorrem, enriquecendo a análise dos dados.

Embora tenhamos adotado o método de *análise de conteúdo* proposto por Bardin (2016), com ênfase na *técnica de análise temática ou categorial*, apropriamo-nos de extratos dessa análise para construir uma estrutura interpretativa. Essa abordagem permitiu a elaboração de categorias analíticas (principais, secundárias e subcategorias), diretamente derivadas dos discursos dos participantes, além de contribuir para a sistematização do conhecimento produzido, garantindo clareza e profundidade na interpretação dos dados.

Os dados coletados foram organizados em um *corpus* de entrevistas, submetidos a uma análise de conteúdo clássica, utilizando quadro categorial que prioriza a frequência de repetição dos temas, considerando todas as entrevistas em conjunto (Quadro 1).

Quadro 1: Categorização para os temas Ensino e Acesso no modelo de desenvolvimento TPACK do professor de Matemática

| Categoria | Subcategoria | Unidade de registro | Número de professores nas unidades de contexto |
|--------------------------------------|---------------------|---|---|
| Transformando o ensino através da TD | Didática | Relevância do currículo na instrumentalização docente | 12 |
| | Conteúdo | Impacto da tecnologia na representação de conceitos matemáticos | 14 |
| | Recursos | Integração de TD em técnicas pedagógicas | 20 |
| | Tecnologia | Tecnologias em diversos contextos | 18 |
| A formação continuada | Acessibilidade | Ambiente propício às necessidades educativas contemporâneas | 26 |

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|----|
| promovendo o acesso Digital | Formação continuada | Desempenho acadêmico | 19 |
| | Engajamento | Motivação profissional | 12 |

Fonte: Elaboração própria – Os autores (2024).

O processo de formação das categorias se concretizou da forma prevista por Bardin (2016), após as transcrições, a seleção do material e a leitura fluente, a exploração foi realizada através da codificação,

a primeira das técnicas é a Análise Categorical, a mais antiga prática utilizada na Análise de Conteúdo e muito empregada na área da educação para a emergência de categorias de análise a partir da materialidade que se propõe a analisar. Apresenta um processo que se estabelece a partir da análise e exploração do material, compondo as categorias temáticas, ou seja, identificando os temas mais recorrentes encontrados nos materiais ou enunciados pelos sujeitos participantes da pesquisa (Valle & Ferreira, 2025, p. 14)

Visto que essa técnica possibilita a criação de inferências sobre determinado conteúdo, organizamos e classificamos os dados coletados em categorias temáticas que refletem os significados e as interpretações dos fenômenos estudados, a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas.

Para identificar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática quanto ao acesso e uso de TD no ensino da disciplina, estabelecemos categorias com dois focos principais: *Ensino* (E) e *Acesso* (A). As subcategorias foram organizadas e posteriormente agrupadas em unidades de registro, conforme suas semelhanças. Cada uma dessas unidades representa um segmento de texto classificado como unidade de contexto.

Quadro 2: Indicador de nível de desenvolvimento do TPACK dos Participantes

| Categoria | Indicador | Nível de TPACK | Unidade de registro | Frequência |
|---|-----------|-----------------------|---|------------|
| Transformando o Ensino através da TD | E | Decisão (Adaptação) | Relevância do currículo na instrumentalização docente | 26 |
| | | Persuasão (Aceitação) | Impacto das TD na representação de conceitos | |
| | | Decisão (Adaptação) | Integração de TD em técnicas pedagógicas | |
| | | Decisão (Adaptação) | Tecnologias em diversos contextos | |
| A formação continuada promovendo o Acesso Digital | A | Persuasão (Aceitação) | Ambiente propício às necessidades educativas contemporâneas | 28 |
| | | Persuasão (aceitação) | Desempenho acadêmico | |
| | | Decisão (Adaptação) | Motivação profissional | |

Fonte: Elaboração própria – Adaptado de Niess, Sadri e Lee (2007).

Ademais, o indicador (E) configura a integração de conteúdo, pedagogia e tecnologia

aos níveis do TPACK para professores de Matemática. O indicador (A) configura a visão da formação continuada como papel fundamental na Educação contemporânea.

Segundo Bardin (2016), esse agrupamento é elaborado a partir do que se percebe ser comum entre as unidades de registro. Para garantir o seu anonimato, os participantes da pesquisa foram identificados neste artigo por meio de códigos (P1, P2, P3, ..., P28).

Com base nas discussões apresentadas, constatamos que devemos refletir sobre a adequação do modelo proposto por Shulman (1986, 1987) e demais pesquisadores que fundamentam esse estudo, especialmente em relação à complexidade das competências exigidas no exercício da docência.

6 Resultados e reflexões

A categoria *Transformando o ensino através da tecnologia digital* (indicador E) emerge como a mais representativa na análise das respostas dadas pelos entrevistados. Além de contar com mais subcategorias e unidades de registro (5), essa categoria se repetiu mais vezes nas reflexões trazidas pelos participantes.

Entretanto as duas categorias enfatizam entendimentos da relevância do TPACK para a construção de conhecimentos em diversos contextos de ensino. Ademais, ao correlacionarem Ensino e Acesso, em cenários educativos, prezam por uma educação contemporânea, tornando o TPACK uma ferramenta valiosa para professores aprimorarem e inovarem suas práticas de ensino.

No entanto, o Quadro 2 mostra a análise obtida pela inferência das subcategorias relativas à unidade de registro e interpretadas conforme indicadores de níveis de *Mathematics TPACK*.

Conforme argumenta P25, na subcategoria *Relevância do currículo na instrumentalização docente*, configura-se uma realidade em que o professor começa a adaptar abordagens instrucionais que dão oportunidades de exploração.

Eu quando faço uso dela, então a adapto ao currículo, né? Mas nem sempre eu gosto de usar a tecnologia digital para abordar conteúdos, mas, sempre que abordo, tem que estar bem alinhado, né? Com as normas, tudo da BNCC [Base Nacional Comum Curricular], com as competências, com tudo (Professor P25, 2024)¹.

A fala do Professor P25 destaca a importância de alinhar o uso das TD ao currículo, evidenciando uma abordagem criteriosa na integração desses recursos ao ensino. Ao afirmar que adapta a tecnologia ao currículo e que a utilização deve estar em conformidade com as diretrizes da BNCC, o docente demonstra uma preocupação com a coerência pedagógica e com a garantia de que a tecnologia não seja utilizada de forma desconectada dos objetivos educacionais. Esse posicionamento reforça a ideia de que a tecnologia, quando aplicada no ensino de Matemática, deve estar a serviço da aprendizagem, estruturada de acordo com as competências estabelecidas para potencializar a instrumentalização docente.

A subcategoria *Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas* complementa e enriquece o currículo como um desafio constante. “A busca por entender os saberes docentes, seu desenvolvimento e utilização tem sido uma questão recorrente” (Palis, 2010, p. 3). Sobre

¹ Nos comentários dos participantes, iremos nos valer da transcrição diplomática, que preserva o texto conforme foi escrito, sem submetê-lo a quaisquer correções ou indicações de desvio gramatical.

isso, o Professor P05 afirma

as vezes a gente tem resistência, em utilizar tecnologias digitais. Se eu levar os meninos para o laboratório e não ter um planejamento adequado, eu não sinto capacitada para desenvolver tal habilidades com eles de acordo com o conteúdo[...] (Professor P05, 2024).

A fala do Professor P05, inserida na subcategoria *Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas*, evidencia um desafio recorrente no uso das TD no ensino: a resistência docente e a necessidade de um planejamento adequado. A insegurança mencionada pelo professor ao levar os alunos ao laboratório, sem uma preparação prévia, aponta para a importância da formação continuada e do desenvolvimento profissional dos docentes. A dificuldade em se sentir capacitado para aplicar as tecnologias digitais na prática reflete um obstáculo significativo na incorporação desses recursos no ensino, reforçando a necessidade de ações formativas que proporcionem maior familiaridade e domínio das ferramentas digitais no contexto pedagógico.

Assim, as falas de ambos os professores demonstram aspectos complementares da integração das TD na Educação Matemática. Enquanto P25 destaca a importância da adequação ao currículo e à BNCC, P05 evidencia a insegurança e a necessidade de capacitação docente para o uso eficaz desses recursos, alinhando-se à reflexão proposta por Palis (2010) sobre o desenvolvimento dos saberes docentes.

No entanto Gomes, André e Morais (2023) destacam a necessidade de um ensino em função das diferentes representações dos conceitos matemáticos.

Com isso é imperioso ressaltar o papel de extrema importância do professor, pois ele será o responsável por criar situações que possam favorecer a construção e ampliação desses conceitos pelos estudantes. Pensar e propor atividades voltadas à alfabetização matemática requer do professor, a proposição do trabalho pedagógico envolvendo diferentes metodologias de ensino que envolvam a resolução de problemas, tornando o aluno mais ativo no seu processo de ensino e aprendizagem (Gomes, André & Morais, p. 9, 2023).

Entende-se que o desenvolvimento de competências tecnológicas pelos professores exige tempo, prática e domínio para um ensino eficaz. Esse processo possibilita uma aprendizagem mais significativa e visual dos conceitos matemáticos. Nesse sentido, ao analisar o *Impacto da tecnologia na representação de conceitos*, o Professor P24 argumenta:

o aluno fazer o gráfico no papel, na malha quadriculada e depois fazer usando o GeoGebra. Ele vai ver o quanto ele aproximou do resultado, né? Fazendo com lápis, não sai um gráfico tão bonito, quando ele fizer inserindo os dados no GeoGebra (Professor P24, 2024).

A fala do Professor P24 evidencia a importância das TD na representação matemática, pois, ao comparar o traçado manual de gráficos com a construção digital no GeoGebra, o aluno tem a oportunidade de visualizar melhor as diferenças e aprimorar sua compreensão. Os recursos digitais, por sua vez, favorecem a precisão e a estética do gráfico, permitindo que os estudantes percebam como pequenos erros manuais podem ser minimizados com o uso da

tecnologia. Dessa forma, o recurso digital se torna um aliado na aprendizagem ao oferecer um ambiente mais dinâmico e interativo.

Na *Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas*, os professores vêm adotando estratégias digitais para facilitar a comunicação e a troca de materiais, utilizando recursos acessíveis para aprimorar sua prática docente. O Professor P21 destaca:

é o WhatsApp, é uma ligação, né? Que a gente conversa. A gente tem o drive, e usa compartilhado. Tem o acesso a troca de material através do e-mail, então isso tudo vem nos ajudando [...] (Professor P21, 2024).

A declaração do Professor P21 ilustra como a TD é incorporada no cotidiano escolar, indo além do uso de tecnologias educacionais específicas para a disciplina. O compartilhamento de materiais via *Google Drive*, a comunicação instantânea pelo *WhatsApp* e a troca de informações por *e-mail* são ferramentas que fortalecem a colaboração entre docentes e estudantes. Isso evidencia que a TD não apenas auxilia na explicação dos conteúdos, mas também otimiza a organização do trabalho pedagógico.

No que se refere à Tecnologia em diversos contextos, observa-se que os professores exploram diferentes abordagens digitais para envolver os alunos em atividades lúdicas e interativas. O Professor P15 compartilha sua experiência:

Por exemplo numa turma de 6º ano, eu já baixei um aplicativo da tabuada e mandei no grupo para todo mundo acessar e treinar tabuada no aplicativo. Pedi para cada aluno gravar um vídeo com a mãe, ou responsável, tomando a tabuada dele e enviar. E todo aluno mandou seu vídeo, eu achei que teve um resultado muito bom (Professor P15, 2024).

Essa experiência demonstra como o uso de aplicativos pode tornar o aprendizado mais motivador e envolvente, especialmente para alunos do ensino fundamental. A estratégia de incluir os responsáveis no processo educativo reforça a participação familiar e amplia o impacto da tecnologia na aprendizagem. Ao utilizar um aplicativo para o treino da tabuada e incentivar o envio de vídeos como forma de acompanhamento, o professor proporciona uma experiência ativa, que combina tecnologia, colaboração e monitoramento do progresso dos alunos.

Assim, as falas dos professores mostram diferentes formas de incorporação das TD na prática docente, seja na representação de conceitos matemáticos, na organização e troca de materiais entre docentes ou no uso de aplicativos educacionais para potencializar o ensino. Esses relatos evidenciam que, quando bem planejada, a tecnologia pode ser uma aliada essencial na construção do conhecimento.

O indicador A, cuja unidade temática é *Acesso*, evidencia que a formação continuada é fundamental para promover o acesso digital, especialmente em um mundo cada vez mais conectado. A necessidade de formação continuada em tecnologias digitais coloca-se como um fator essencial para que os professores possam acompanhar as inovações pedagógicas e utilizar as ferramentas disponíveis de maneira eficaz. No entanto, essa capacitação deve vir acompanhada de condições estruturais que possibilitem sua aplicação nas salas de aula.

Esse indicador designou as subcategorias: *acessibilidade, formação continuada e engajamento*. O Professor P13 compartilha sua experiência ao enfrentar desafios relacionados à infraestrutura escolar.

Às vezes você está com dois cargos e não tem tempo hábil para tá fazendo. Já fiz alguns que a Unimontes ofertou. [...] só que eu não consigo levar isso para sala de aula, tenho que ser sincera com vocês, adoraria. Temos os empecilhos, por exemplo, as turmas são de 40 alunos, tenho a sala que funciona sete computadores. Como que eu vou levar isso para os meus alunos, né? Tenho o problema da internet. [...] E coincidentemente fui obrigada a comprar um retroprojeter para poder levar essa tecnologia para sala de aula. Então o que a gente aprende na formação continuada é útil. Seria útil se nós tivéssemos a estrutura física adequada, acho que deu para entender (Professor P13, 2024).

Essa declaração ressalta que, apesar da formação continuada contribuir para o aprimoramento docente, os professores enfrentam limitações estruturais significativas. A deficiência na quantidade de computadores e a qualidade da conexão com a *internet* dificultam a aplicação do conhecimento adquirido. Esse desafio se reflete na necessidade de investimentos para garantir que a capacitação se traduza em prática efetiva.

Esse entendimento ressalta a necessidade de um olhar amplo sobre a inovação na educação, incluindo não apenas os dispositivos tecnológicos, mas também os fatores pedagógicos, sociais e econômicos que influenciam a integração das TD na sala de aula.

Desse modo, a incorporação de inovações tecnológicas na Educação Matemática é um processo complexo, sujeito a diversos desafios. É preciso considerar não apenas as TD, mas também as dimensões sociais, econômicas e pedagógicas do sistema educacional.

Sabe-se das dificuldades encontradas pelos professores, em sua *formação inicial e continuada* e na infraestrutura das escolas quanto ao uso de tecnologias digitais, seja pela falta de laboratório de informática ou de recursos que possam ser utilizados pelos professores. Além de refletirem sobre a formação continuada, os professores se preocupam com o ensino, olhando para a Matemática com prazer, interessados em abrir novos caminhos de forma a desenvolver uma relação positiva com o próprio processo de inovação profissional.

Outro aspecto relevante é a dificuldade de muitos professores em incorporar as TD em suas práticas pedagógicas. O Quadro 2 revela que, entre os 28 participantes da pesquisa, apenas dois ainda não utilizam tecnologias digitais. Os Professores P09, P05 e P19 explicam:

Eu não uso, ainda estou me adaptando, mas eu pretendo usar, mas eu ainda não uso. Eu acho bacana essa questão de estar sempre inovando em sala de aula, para não ficar uma coisa repetitiva, porque na Matemática, os alunos já têm bloqueio com a Matemática (Professor P09, 2024).

Eu ainda não utilizei, eu ainda não uso, eu ainda não sei usar. Mas está no planejamento, Depois que aprender, para mim, primeiro, é ter que aprender para eu ter que trabalhar. Estou querendo utilizar. Mas, reconheço que é necessário eu aprender a utilizar [...] (Professor P05, 2024).

Eu não uso tanta tecnologia assim diretamente na sala com aluno, eu uso mais a tecnologia em casa no preparo das aulas, nas pesquisas de material, assim, hoje em dia a gente tem acesso a muitas páginas na internet com material bem elaborado, bem trabalhado[...] (Professor P19, 2024).

Essas falas demonstram diferentes níveis de integração da tecnologia ao ensino. De acordo com os indicadores de *Mathematics TPACK*, os Professores P05 e P09 estão no nível de conhecimento (reconhecer), pois ainda não aplicam a tecnologia para desenvolver conceitos matemáticos. O Professor P19, por sua vez, está no segundo nível, o da persuasão (aceitação), pois utiliza a tecnologia como suporte para preparação das aulas, mas não de maneira ativa com

os alunos.

Com relação ao indicador A, categoria *A formação continuada promovendo o Acesso Digital*, todas as escolas têm infraestrutura, mesmo que não atendam na totalidade, necessitando de adequações. Quanto a isso, todos os participantes demonstraram motivação pela formação continuada, sendo que 92,8% já se encontra no nível 3 do *Mathematics TPACK* para professores de Matemática.

Evidenciamos isso a partir da análise dos trechos das entrevistas quando os docentes afirmam que necessitam de formação e que a infraestrutura ainda é insuficiente nas escolas. Portanto,

Compactuamos com o princípio de que as tecnologias digitais (TD) se constituem, por si só, nos dias atuais, como os mais relevantes recursos, capazes de facilitar o acesso equitativo ao conhecimento universal, porque possuem capacidade, dentre outras, de gerar conhecimento compartilhado com colaboração de diversos indivíduos conectados à internet com separação geográfica e temporal (Ruas; Macêdo & Crisostomo, p.4, 2024).

Na categoria 26, os professores usam a TD como ferramenta para aprimorar seu conhecimento, transformando sua aula a partir de uma nova maneira de abordar a Matemática, e superando desafios. A infraestrutura escolar também impacta o acesso digital. O Professor P12 comenta:

Eu não tenho todas essas dificuldades, eu tenho turmas pequenas. Eu tenho um laboratório com bastante computadores, eu consigo atender cada aluno com um computador, acesso à internet que é ruim (Professor P12, 2024).

Esse depoimento demonstra que, embora algumas escolas tenham laboratórios equipados, a qualidade do acesso à *internet* ainda é um obstáculo. Isso reforça a necessidade de investimentos não apenas em *hardware*, mas também em infraestrutura de rede.

No tocante ao *acesso às tecnologias digitais*, os professores manifestaram diferentes argumentos, considerando as realidades distintas entre as 12 escolas e os 7 municípios pesquisados. Além disso, a unidade de registro denominada *Ambiente propício às necessidades educativas contemporâneas* enfatiza dois aspectos essenciais: a infraestrutura disponível e a necessidade de formação continuada dos docentes.

O Professor P05 destaca uma dificuldade recorrente nas escolas públicas: a precariedade da infraestrutura tecnológica. Ele menciona que, na escola em que atua, o laboratório de informática não tem capacidade suficiente para atender toda a turma, além da ausência de equipamentos adequados e da falta de capacitação específica para os docentes.

porém, a meu ver, existe a falta de acesso, né? Lá em Fernão Dias, por exemplo, a gente tem acesso apenas ao laboratório de informática que não suporta, nem atende uma turma completa. Falta aparelhos, falta a capacitação para os próprios professores [...] (Professor P05, 2024).

Essa fala evidencia como a limitação estrutural impede a adoção plena das tecnologias digitais no ensino, resultando em um distanciamento entre as possibilidades teóricas e a prática pedagógica. O cenário relatado por P05 vai ao encontro da reflexão de Santos e Macêdo (2024), que alertam para a necessidade de um olhar crítico sobre a implementação das tecnologias

digitais na educação. Segundo os autores, um planejamento metodológico eficaz requer uma estrutura mínima, sem a qual a integração dessas tecnologias torna-se insuficiente e, muitas vezes, inviável.

Além da carência de equipamentos e de conectividade, há também um impacto financeiro individual que recai sobre os professores. O Professor P13 exemplifica essa situação ao relatar que precisou investir do próprio bolso para suprir uma necessidade essencial em sua prática docente:

Eu estou com os itinerários formativos e preciso trabalhar gráfico, acabo gastando muito financeiramente com a impressão. Não tenho impressão colorida, e a escola também. Gráfico precisa da impressão colorida, fui obrigada a comprar um retroprojetor para poder levar essa tecnologia digital para sala de aula. Então o que a gente aprende na formação continuada é útil. No entanto, mais útil seria se nós tivéssemos a estrutura física adequada, acho que deu para entender (Professor P13, 2024).

Essa fala reforça que, apesar da formação continuada ser uma ferramenta essencial para os docentes se atualizarem sobre o uso de TD, sua eficácia depende de um suporte estrutural adequado. O esforço individual dos professores em buscar alternativas, como a aquisição de equipamentos próprios, evidencia o comprometimento deles com o ensino, mas também denuncia a negligência com que a infraestrutura escolar é tratada. Dessa forma, além do conhecimento técnico, o acesso equitativo às tecnologias digitais requer políticas públicas eficazes para garantir melhores condições de ensino e aprendizagem.

Para Manrique *et al.* (2024), a qualidade da educação oferecida aos alunos é fundamental para garantir não apenas o acesso ao conhecimento, mas também a apropriação efetiva dos conteúdos essenciais à construção de um nível de conhecimento adequado. Isso torna a vida escolar mais acessível e promove um aprendizado significativo.

As discussões aqui apresentadas possibilitam refletir sobre a influência das TD no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. O acesso a elas está entrelaçado com a formação continuada e, podem impactar o desenvolvimento de competências essenciais na Educação Matemática contemporânea.

Concluimos que o modelo TPACK, ao ser instrumentalizado na prática docente, pode: i) melhorar a eficácia do ensino e da aprendizagem; ii) promover a integração de tecnologias de forma significativa; iii) desenvolver habilidades e competências nos alunos; e iv) aprimorar a prática docente e o desenvolvimento profissional. Essa perspectiva reforça que a TD deve ser utilizada de maneira planejada e intencional, a fim de proporcionar um ensino significativo e alinhado às demandas contemporâneas.

Dessa forma, a discussão sobre o acesso digital e a formação continuada evidencia que, apesar dos desafios estruturais e da necessidade de maior capacitação, os professores reconhecem a importância da tecnologia para transformar suas práticas pedagógicas e melhorar a aprendizagem da Matemática.

7 Considerações

A incorporação de TD no cotidiano escolar é uma realidade crescente, visto que muitas instituições educacionais buscam integrá-las em suas práticas pedagógicas. Nesse contexto, o papel do professor torna-se fundamental, exigindo conhecimentos específicos para uma implementação eficaz. Assim, nesta pesquisa, buscamos *averiguar as necessidades de*

formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática.

O referencial teórico que se destaca nesse cenário é o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), abrangendo os conhecimentos necessários para que professores utilizem a tecnologia de maneira produtiva. No ensino da Matemática, a adoção de novos métodos é particularmente apropriada, uma vez que a dificuldade em aprender essa disciplina é uma constante, frequentemente acompanhada de medo e insegurança.

As barreiras ao aprendizado da Matemática estão, em grande parte, ligadas às crenças dos professores sobre os processos de aprendizagem, além das práticas pedagógicas e dos sistemas de ensino em vigor. Diante desses desafios, é imperativo que os educadores busquem inovação em suas abordagens, tornando o ensino mais dinâmico e envolvente.

É essencial que os professores explorem plenamente o potencial didático-pedagógico dos recursos digitais e plataformas educacionais, assegurando o acesso equitativo de todos os alunos às TD e aos recursos na prática pedagógica.

Ao considerarmos os desafios apontados, percebemos que a formação continuada dos professores vai além do mero uso de tecnologias digitais. É um passo essencial que essa formação inclua o conhecimento sobre como integrar efetivamente essas tecnologias aos processos de ensino e aprendizagem.

As discussões e problematizações oriundas das entrevistas realizadas, apresentadas neste artigo, não esgotam o tema. A partir desta investigação, há um vasto campo para futuras pesquisas que podem explorar questões como: o ensino da Matemática mediado por TD; os impactos do constructo teórico "TPACK" na formação docente; entre outras áreas de interesse.

Referências

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva* (v. 1). Lisboa, Portugal: Plátano Editora.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Borba, M. C.; Scucuglia, R. & Gadanidis, G. (2020). *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento* (3. ed.). Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Borba, M. C.; Souto, D. L. P. & Canedo Junior, N. R. (2022). *Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Born, B. B.; Prado, A. P. D. & Felipe, J. M. F. G. (2019). Profissionalismo docente e estratégias para o seu fortalecimento: entrevista com Lee Shulman. *Educação e Pesquisa*, 45, e201945002003. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945002003>
- Farina, I. & Benvenuti, D. B. (2024). *Formação continuada de professores: perspectiva humana e emancipatória*. Joaçaba, SC: Unoesc. <https://www.unoesc.edu.br/wp-content/uploads/2024/03/Formacao-continuada-de-professores-1.pdf>
- Gomes, E. G. S.; André, R. C. M. & Morais, M. D. (2023). O uso de tecnologias digitais da informação e comunicação fomentando o letramento matemático na formação de professores de Matemática dos Anos Iniciais. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(1), 1-20. <https://doi.org/10.37001/ripem.v13i1.3122>
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94-102.

- Koehler, M. & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. In: AACTE Committee on Innovation and Technology (Org.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). Nova York, NY: Routledge.
- Manrique, A. L.; Viana, E. A.; Boneto, C.; Ferreira, M. A. H.; Campos, A. M. A.; Takinaga, S. S. & Santos, E. O. (2024). *A formação de professores que ensinam matemática e o desenvolvimento de aplicativos sob uma perspectiva inclusiva* (4. ed.). São Paulo, SP: LF Editorial.
- Martins, C. F. R. & Macêdo, J. A. (2023). Ferramentas digitais: uma possibilidade educacional em tempos de pandemia. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(1), 1-17. <https://doi.org/10.37001/ripem.v13i1.3326>
- Minayo, M. C. S. (2001). Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: M. C. S. Minayo (Org.), *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (21. ed., pp. 9-29). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Niess, M. L.; Ronau, R. N.; Shafer, K. G.; Driskell, S. O.; Harper, S. R.; Johnston, C. & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- Niess, M. L.; Sadri, P. & Lee, K. (2007). Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). *American Educational Research Association Annual Conference*. Chicago, IL.
- Palis, G. D. L. R. (2010). O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 12(3), 421-453.
- Ruas, V. L. O. F.; Macêdo, J. A. & Crisostomo, E. (2024). Decodificando por meio de narrativas o desenvolvimento do TPACK dos docentes de matemática. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 23(51), 153-175. <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i51.2210>
- Santos, R. P. & Macêdo, J. A. (2024). As possibilidades didático-pedagógicas do uso de softwares matemáticos no ensino de Matemática durante a pandemia da Covid-19. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 14(1), 1-14. <https://doi.org/10.37001/ripem.v14i1.3650>
- Santos, W. (2023). Lives de Matemática: possibilidades de aprendizagem através do YouTube. *Revista Práxis: saberes da extensão*, 11(23), 45-51. <http://dx.doi.org/10.18265/2318-23692023v11n23p45-51>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Silva, B.; Simões Junior, R. & Samá, S. (2024). Technological choices in Statistics: reflections on pedagogical practices in the Brazilian higher education. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 14(3), 1-18. <https://doi.org/10.37001/ripem.v14i3.3805>

Thompson, A. D. & Mishra, P. (2007-2008). Breaking news: TPCK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), 38-64.

Valle, P. R. D. & Ferreira, J. D. L. (2025). Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. *Educação em Revista*, 41, e49377. <https://doi.org/10.1590/0102-469849377>