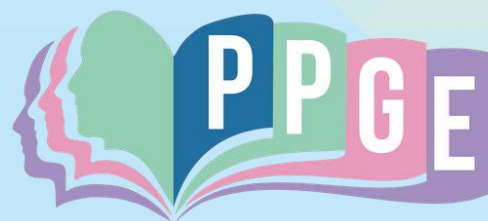


**O conhecimento tecnológico pedagógico do
conteúdo dos professores de Matemática e o uso
das tecnologias digitais**

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

Mestrado em Educação

**Montes Claros / MG
2025**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Universidade Estadual de Montes Claros
Centro de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

**O conhecimento tecnológico pedagógico do
conteúdo dos professores de Matemática e o uso das
tecnologias digitais**

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

*Dissertação apresentada à Banca Examinadora do
Programa de Pós-Graduação em Educação como
exigência parcial para obtenção do título de Mestre em
Educação, linha de pesquisa Educação Matemática.*

Orientador: Prof. Dr. Josué Antunes de Macêdo

Montes Claros / MG

2025



A divulgação ou reprodução total ou parcial desta dissertação é autorizada exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

O48c OLIVEIRA, Agnaldo Maciel Ribeiro
O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais / Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira — Montes Claros (MG), 2025. 179f. : il.

Inclui Bibliografia

Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), 2025

Orientador: Prof. Dr. Josué Antunes de Macêdo

1. Formação continuada. 2. Currículos. 3. Práticas pedagógicas. 4. Educação matemática. 5. Tecnologias digitais. 6. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). I. Macêdo, Josué Antunes de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

Catálogo Biblioteca Central Professor Antônio Jorge



Universidade Estadual de Montes Claros
Centro de Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais.

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

Dissertação defendida e aprovada em 28 de fevereiro de 2025, pela banca examinadora constituída pelos pesquisadores

Prof. Dr. Josué Antunes de Macêdo — Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
Universidade Estadual de Montes Claros

Prof. Dr. Lailson dos Reis Pereira Lopes
Universidade Estadual de Montes Claros

Prof. Dr. Gilmer Jacinto Peres
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, minha família, aos amigos.
Em especial a minha esposa Janine Fagundes Ribeiro e aos meus filhos
Isac Maciel Fagundes Ribeiro e Ícaro Gabriel Fagundes Ribeiro.
Aos meus pais Olimpio Pereira Oliveira e Maria Zita Ribeiro Oliveira.*

*Devemos aprender durante toda a vida,
sem imaginar que a sabedoria vem com a velhice.*

Platão



Oh, quanto é doído esquecer!

Estrangeiro eu não sou, recordo das aulas da graduação, do tempo que passou. Um sonho adormecido, porém, não abandonado. Mas sim, alimentado pelas palavras de incentivo, que um dia faria mestrado! Sim, esse dia chegou, então é tempo de agradecer.

Primeiro a Deus, companheiro na trajetória de vida e estudo. Estou certo de que, sem Ele, não estaria aqui para agradecer.

Em especial agradeço à minha família, minha esposa Janine e meus filhos Isac e Ícaro, pelo apoio incondicional e amor constante, que foram fundamentais para a realização deste sonho. Nos momentos de minhas tribulações de estudos eles foram presentes e me encorajaram.

Por que será que me sinto tão inseguro em escrever essas palavras? Talvez imaginando a quem agradecer. Não por medo de não saber fazê-lo, mas por medo de esquecer aqueles que foram importantes nessa etapa tão sublime na minha vida.

Agradeço a meus pais Olímpio e Zita. Gratidão por ter me educado, mesmo eles não tendo uma educação formal, fui instruído com muita sabedoria de maneira completa, voltada para um futuro promissor. É notável a alegria e sentir suas expressões de mais singela ternura e orgulho.

Agradeço também aos meus amigos e professores, cujos ensinamentos e incentivos me motivaram a seguir em frente. Esta conquista é de todos nós. Estes, tantos... Me ajudaram nessa caminhada.

Agradeço ao Prof. Dr. Josué Antunes de Macêdo, meu orientador, pela forma paciente e nobre com que me aceitou e orientou. E, conduziu a um crescimento não como aluno, mas como pessoa, por exemplificar com sua própria vida o significado das palavras, persistência, luta, gratidão e humildade. Seus conhecimentos e dedicação, foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho e ainda por acreditar que um dia fosse concretizado.

Aos meus colegas, José Carlos, Kleber, Eliana e Mirelle, que ao longo dessa trajetória se fizeram amigos, pelo companheirismo, me acolheram no grupo de estudos, contribuindo na realização dessa pesquisa.

Meu agradecimento aos professores: Profa. Dra. Francely Aparecida dos



Santos, Profa. Dra. Geisa Magela Veloso, Profa. Dra. Fábila Magali Santos Vieira, Prof. Dr. Edson Crisóstomo dos Santos, Profa. Dra. Janine Freitas Mota, Prof. Dr. Laílson dos Reis Pereira Lopes, Prof. Dr. Gilberto Januário que, de alguma forma, deixaram suas marcas em minha formação. O conhecimento e os ensinamentos que vocês compartilharam comigo serão levados para toda a vida. Cada um de vocês desempenhou um papel fundamental no meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Professores que verdadeiramente amam o que fazem. Gratidão!



A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro. (Albert Einstein)



OLIVEIRA, Agnaldo Maciel Ribeiro. *O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais*. 2025. 179f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros / MG. Brasil.

RESUMO

O desenvolvimento do Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge — TPACK) é fundamental para o ensino da Matemática com tecnologia, permitindo professores criarem experiências de aprendizagem interativas e dinâmicas, explorando conteúdos matemáticos de forma mais eficaz. Esse estudo tem como objetivo geral: analisar os impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Partimos do pressuposto que as tecnologias digitais (TD) não são a panaceia da educação, mas, que se bem utilizadas, integra positivamente a conexão com o ensinar. Especificamente para investigar o TPACK dos professores de Matemática, delimitamos três objetivos específicos: (I) compreender o Currículo e Avaliação na construção de conhecimentos pedagógicos-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática; (II) analisar o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas; e, (III) averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática. Para isso, foi adotada uma abordagem metodológica de cunho qualitativa, combinando questionário online, e entrevistas semiestruturadas no Google Meet, com professores de diferentes níveis de ensino da Educação Básica da rede estadual de Minas Gerais. Os dados coletados foram analisados à luz do referencial teórico TPACK, que considera a intersecção entre o conhecimento do conteúdo específico da Matemática, as estratégias pedagógicas e a utilização das TD, baseando no grau de evidenciação dos saberes para professores de Matemática. Os resultados evidenciam que, embora muitos professores demonstrem possuir domínio do conteúdo matemático e de estratégias pedagógicas, ainda enfrentam dificuldades significativas na integração efetiva das TD em suas práticas de ensino. Fatores como infraestrutura inadequada, insuficiência de formação continuada e o tempo limitado para planejamento, são apontados como principais barreiras. No entanto, a pesquisa também revela casos de sucesso nos quais a utilização das TD tem enriquecido o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando abordagens mais dinâmicas e interativas. Essas experiências positivas destacam a importância de políticas públicas que incentivem a formação específica em TPACK e a melhoria das condições tecnológicas nas escolas. Conclui-se que o desenvolvimento do TPACK é essencial para que professores de Matemática possam aproveitar plenamente as potencialidades das TD, promovendo uma educação mais eficaz e alinhada com as demandas contemporâneas. Os professores entrevistados reconhecem as potencialidades das TD, mas revelaram que seu uso de modo integrado ainda é um desafio a ser superado. Recomenda-se a implementação de programas de formação continuada focados na integração tecnológica e o fortalecimento da infraestrutura tecnológica nas escolas públicas.

Palavras-chave: Formação Continuada. Currículo e Prática Pedagógica. Educação Matemática. Tecnologias Digitais. TPACK.



OLIVEIRA, Agnaldo Maciel Ribeiro. *Technological Pedagogical Content Knowledge of Mathematics Teachers and the Use of Digital Technologies*. 2025. 179f. Dissertation (Master in Education) — Centro de Ciências Humanas. Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros / MG. Brasil.

ABSTRACT

The development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) is fundamental to teaching Mathematics with technology, allowing teachers to create interactive and dynamic learning experiences, exploring mathematical content more effectively. This study has the general objective of analyzing the impacts of different approaches and methodologies on the process of teaching and learning mathematics. We assume that digital technologies (DT) is not a panacea for education, but that, if well used, it positively integrates the connection with teaching Mathematics. Specifically to investigate the TPACK of mathematics teachers, we defined three specific objectives: (I) to understand the Curriculum and Assessment in the construction of pedagogical-technological knowledge in the process of integrating digital technologies in mathematics classes; (II) to analyze the process of teaching and learning mathematics, using DT to support student-centered pedagogical strategies, meeting diverse and inclusive needs; and (III) to investigate the continuing education needs of Mathematics teachers regarding access to and use of digital technologies in teaching Mathematics. To this end, a qualitative methodological approach was adopted, combining an online questionnaire and semi-structured interviews on Google Meet with teachers from different levels of Basic Education in the state network of Minas Gerais. The data collected were analyzed in light of the TPACK theoretical framework, which considers the intersection between knowledge of the specific content of Mathematics, pedagogical strategies and the use of DT, based on the degree of evidence of knowledge for Mathematics teachers. The results show that, although many teachers demonstrate mastery of mathematical content and pedagogical strategies, they still face significant difficulties in effectively integrating DT into their teaching practices. Factors such as inadequate infrastructure, insufficient continuing education, and limited time for planning are highlighted as the main barriers. However, the research also reveals success stories in which the use of DT has enriched the teaching and learning process, enabling more dynamic and interactive approaches. These positive experiences highlight the importance of public policies that encourage specific training in TPACK and the improvement of technological conditions in schools. It is concluded that the development of TPACK is essential for mathematics teachers to fully utilize the potential of DT, promoting more effective education aligned with contemporary demands. The teachers interviewed recognize the potential of DT, but revealed that its integrated use is still a challenge to be overcome. It is recommended that continuing education programs focused on technological integration and the strengthening of technological infrastructure in public schools be implemented.

Keywords: Continuing Education. Curriculum and Pedagogical Practice. Mathematical Education. Digital Technologies. TPACK.



SUMÁRIO

Sumário

Introdução.....	14
De mim, para mim, não nasci sábio, mas cresci aprendendo.....	16
Justificativa, problema e objetivo da investigação.....	18
Matemática e tecnologia: desenvolvendo competências com recursos digitais.....	22
A organização da Dissertação.....	27
<i>Locus</i> da Pesquisa.....	30
Referências.....	32
Artio 1: Currículo e Avaliação: limites e potencialidades no uso das tecnologias digitais	35
1.1 Introdução.....	35
1.2 Fases das Tecnologias Digitais na Educação Matemática.....	37
1.2.1 A primeira fase.....	38
1.2.2 A segunda fase.....	39
1.2.3 A terceira fase.....	40
1.2.4 A quarta fase.....	41
1.2.5 A quinta fase.....	41
1.3 As raízes e origens do TPACK.....	44
1.4 Visão panorâmica à luz da abordagem do TPACK dos professores de Matemática.....	45
1.5 Descompactando o TPACK: uma exploração dos sete conhecimentos essenciais.....	47
1.5.1 Conhecimento de Conteúdo.....	48
1.5.2 Conhecimento Pedagógico.....	48
1.5.3 Integrando conhecimentos — conteúdo e pedagogia.....	49
1.5.4 Conhecimento pedagógico do conteúdo.....	50
1.5.5 A face oculta da tecnologia: riscos e vulnerabilidades.....	52
1.5.6 Conhecimento tecnológico.....	53
1.5.7 Conhecimento tecnológico do conteúdo.....	53
1.5.8 Conhecimento tecnológico pedagógico.....	54
1.5.9 Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo.....	55



1.6 Explorando o TPACK na Educação Matemática.....	57
1.7 Integrando TPACK: um novo olhar sobre currículo e avaliação na Educação Matemática	60
1.8 Procedimentos	62
1.8.1 Instrumentos de coleta de dados.....	63
1.8.2 Análise dos dados.....	64
1.8.3 Inferência e interpretação	72
1.8.4 Considerações.....	80
1.8.5 Referências	81
Artigo 2: Potencialidades das Tecnologias Digitais no Ensino e Aprendizagem de Matemática à Luz do Modelo TPACK.....	87
2.1 Introdução.....	87
2.2 As Tecnologias Digitais no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática	91
2.3 A Práxis do Professor de Matemática à Luz do TPACK	94
2.4 O <i>Framework</i> TPACK	100
2.5 Metodologia	102
2.5.1 Instrumentos de Coleta de Dados	103
2.5.2 Análise dos Dados	103
2.5.3 Corpus Textual	103
2.5.4 Classificação Hierárquica Descendente (CHD)	104
2.5.5 Análise de Similitude	107
2.5.6 Nuvem de Palavras.....	110
2.6 Considerações.....	114
2.7 Referências	115
Artigo 3: Tecnologias digitais no ensino da Matemática: Acesso e inovação pedagógica	118
3.1 Introdução.....	118
3.2 O TPACK dos professores na dimensão do ensino da Matemática com acesso às tecnologias digitais.....	121
3.3 O panorama das tecnologias digitais no ensino da Matemática.....	125
3.4 Metodologia	128
3.5 Instrumentos de Coleta de Dados	129
3.6 Análise dos Dados	129
3.6.1 Elaboração das categorias de análise	130

3.6.2 Resultados e reflexões	134
3.7 Considerações.....	140
3.8 Referências	142
Apêndices	152
Apêndice I: TERMO DE CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO PARA.....	152
PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA.....	152
Apêndice II: CARTA INSTITUCIONAL DE APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR ...	156
Apêndice III: TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO PARA USO, GUARDA E DIVULGAÇÃO DE DADOS E ARQUIVOS DE PESQUISA.....	158
Apêndice IV: TERMO DE AUTORIZAÇÃO - SEE/SU	160
Apêndice V: QUESTIONÁRIO E ROTEIRO DE ENTREVISTA	161
Apêndice VI: Quadro 7- elaborado a partir da Análise de Conteúdo dos dados e que correspondem aos excertos na formação das categorias nos artigos.....	167
Anexos	174
Anexo I: - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	174
Anexo II: TERMO DE ANUÊNCIA	178

INTRODUÇÃO

*Já podaram seus momentos
Desviaram seu destino
Seu sorriso de menino
Quantas vezes se escondeu
Mas renova-se a esperança
Nova aurora a cada dia
E há que se cuidar do broto
Pra que a vida nos dê
Flor e fruto*

A presente dissertação aborda a intersecção entre tecnologias digitais e desenvolvimento de habilidades docentes no contexto da educação matemática. Realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros — PPGE/Unimontes, idealizada e desenvolvida na linha de pesquisa Educação Matemática, nasceu diante da perspectiva da formação continuada complementar, para a obtenção de título de mestre em Educação.

A pesquisa descrita nesta dissertação passou pelo crivo do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), tendo sido considerado aprovado conforme termo consubstanciado sob a indicação n.º 6.434.630, de 19 de outubro de 2023, e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n.º 74599923.9.0000.5146, por respeitar os preceitos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos. A aprovação pelo CEP, de acordo o parecer, se deve ao fato de a proposta possuir mérito e relevância científica, podendo contribuir para o avanço do conhecimento científico na área da Educação Matemática, gerando produtos de importância para o ensino.

O estudo aqui descrito protagoniza como uma das possibilidades de integração das tecnologias digitais (TD) para apoio à prática do ensino para o desenvolvimento de competências docentes contemporâneas. Pesquisas recentes revelam que muitos alunos

enfrentam dificuldades na aprendizagem da Matemática apresentando resultados abaixo do esperado. Na busca por caminhos que nos levem a mudanças desse cenário, a Educação Matemática pode ser potencializada com TD, superando desafios de aprendizagem e buscando melhores resultados.

Perspectivas inovadoras requerem propostas pedagógicas mais ousadas, especialmente pós pandemia, que acentuou a necessidade de uma formação continuada de professores, de modo a atender as demandas da sociedade cada dia mais tecnológica. Recursos didáticos como jogos, livros paradidáticos, vídeos, calculadoras, *softwares* educacionais e outros, podem contribuir para diminuir insatisfações no ensino da Matemática.

As TD já fazem parte do cotidiano do aluno e há resoluções como a do Conselho Nacional de Educação (CNE) e a Resolução CNE/CP N° 1 (2020), que, dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada).

Na incorporação de novas tecnologias, visa-se aproximar o processo de ensino e aprendizagem à realidade dos estudantes, que já as utilizam em diversas áreas da sua vida, mas que pouco sabem explorá-las para substanciar sua aprendizagem.

Diante desse cenário, torna-se relevante investigar e compreender as particularidades do ensino e aprendizagem da Matemática, a fim de desenvolver estratégias eficazes para promover uma Educação Matemática que atenda às necessidades da sociedade moderna. Nesse sentido, enquanto professores, podemos desempenhar um papel fundamental em ajudar a preparar os alunos para um futuro em constante mudança, garantindo que eles tenham as habilidades e conhecimentos necessários para sucesso em uma variedade de contextos.

Nessa perspectiva, esta pesquisa tem como objetivo geral: *Analisar os impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.*

A fim de alcançar o objetivo proposto, pretendemos pesquisar a utilização das tecnologias digitais (TD) no ensino da Matemática, paralelamente ao conhecimento de conteúdo e ao conhecimento pedagógico, de modo a identificar os avanços na formação do

Conhecimento Tecnológico Pedagógico e do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge* - TPACK) com foco na formação continuada do professor que ministra aulas de Matemática.

Nesta discussão introdutória, descreveremos sobre alguns fatos da nossa trajetória acadêmica/profissional, que nos aproximaram do tema da pesquisa e serviram de subsídio para a escolha da formação continuada dos professores de Matemática como campo investigativo. Em seguida, apresentaremos argumentos para seu desenvolvimento; o objetivo geral e os objetivos específicos; os pressupostos teóricos que conduziram o estudo; as estratégias metodológicas para sua concretização; e, por fim, a estrutura textual desta dissertação.

De mim, para mim, não nasci sábio, mas cresci aprendendo

É melhor, muito melhor, contentar-se com a realidade; se ela não é tão brilhante como os sonhos, tem pelo menos a vantagem de existir.
Machado de Assis (1874).

Para falarmos do itinerário profissional, iniciaremos o texto com esta frase. Recordar é bom. Lembrar dos momentos agradáveis devolve-nos o prazer vivido e, os momentos difíceis, nos revelam um aprendizado.

Sobre a trajetória profissional, há um caminho de sonhos, coragem e determinação, marcada por propósito, significado e busca. Ora, “A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria” (Freire, 1996, p. 53).

Sendo assim, o autor dessa dissertação, Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira, é o segundo filho do casal, Maria Zita e Olímpio. Moramos na fazenda São Leandro, município de Coração de Jesus até os meus 6 anos de idade. Diante das dificuldades de estudar, meu pai viu-se obrigado a procurar melhores condições formativas para a família e no ano de 1980 mudamos para a cidade de Coração de Jesus, MG.

Meus pais, mesmo empenhados a alcançar educação formal dos filhos, mas tínhamos de ajudá-los nos trabalhos da lavoura. Essa lavoura ficava na Chacrinha - propriedade do Sr. Arnor Barreto, que naquela época distava 3 km da cidade. Ou seja, tínhamos sempre duas

obrigações: estudar e trabalhar. “A vida é cheia de obrigações que a gente cumpre, por mais vontade que tenha de as infringir deslavadamente” (Assis, 1899, p. 106).

Com 13 anos, já fui estudar à noite – 7ª série. Trabalhava numa fábrica de blocos durante o dia. Mesmo assim, com o cansaço e pobreza, minhas notas eram boas. Sempre incentivado pelos professores, e na expectativa de emprego mais qualificado, fiz o curso Técnico em Contabilidade e, depois, o Magistério. No período do estágio da formação em Magistério, ficou mais claro o desejo de ser professor.

Particpei do processo seletivo da Unimontes pela primeira vez em 1995, em que prestei o vestibular para o curso Licenciatura em Ciências de Primeiro Grau e fui aprovado na primeira tentativa. Como foi grande a emoção; vivi aplausos, elogios e fé. A partir desse momento minha vida iria mudar. Após o 3º ano e uma colação de grau, fiz a complementação em Licenciatura Plena em Matemática pela Unimontes, colando grau novamente no ano 2000. Foram muitas idas e vindas nesse período de 5 anos.

Não dá para esquecer os dias em que o ônibus quebrava, com prova marcada e sem chances para realizar nova oportunidade, e sem dinheiro para custear outro transporte para viajar. Diante disso, procurava ir mais cedo para a Unimontes e aguardava pelas aulas que ocorriam no turno noturno, com a condição de dormir em Montes Claros ou fretar um carro com colegas para não ficar prejudicado ou precisar fazer avaliação final.

Atualmente, trabalho como professor na escola onde fiz ensino fundamental e médio. Já se passaram 25 anos de atuação no magistério como professor de Matemática, e identifiquei a formação continuada dos docentes de Matemática desafiadora, mas necessária. Muitos dos meus ex-professores ainda continuam na ativa.

Ser colega de trabalho dos meus ex-professores é uma experiência gratificante e, ao mesmo tempo, contemplo uma grande responsabilidade. “O pensamento, as competências e os saberes dos professores não são vistos como realidades estritamente subjetivas, pois são socialmente construídos e partilhados” (Tardif, 2014, p. 233). Como afirma Tardif (2014), um professor nunca se define sozinho e o seu próprio saber profissional, produzido socialmente, resulta de uma negociação entre diversos grupos.

Na busca pela formação continuada, fiz pós-graduação lato sensu em Matemática e Estatística, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em 2005. Lá encontrei professor da Unimontes fazendo mestrado, onde dialogamos sobre pós-graduação, plantando em mim o sonho de ser mestre. A partir daí, quando encontrava algum colega que tinha mestrado, vinha-me o desejo de fazer também.

Soube do PPGE em 2021, em uma conversa com meu ex-professor da Unimontes, na colação de grau de minha cunhada, realizada no Poliesportivo de Montes Claros. E, em 2022 com as inscrições abertas, convicto da decisão em me inscrever; “é agora ou nunca”, pensei. Então, é perceptível que fui construindo um perfil profissional continuamente, por meio dos estudos, das relações que estabelecia com outros professores, das redes sociais, das conversas, das leituras, das discussões e dos relatos dos colegas. Além disso, sempre me inspirei nos meus professores da graduação.

Assim, em fevereiro de 2023 matriculei como aluno regular do PPGE. Ser mestrando em Educação na Unimontes é gratificante. Percebo o orgulho de meus pais, tenho o apoio de minha esposa e meus filhos. Meus colegas de trabalho se solidarizaram em me apoiar com troca de dias de trabalho, horários de aula. Só ouço palavras de animação, por exemplo, “estamos aqui para ajudar a concluir seu mestrado”. E o meu ingresso no mestrado está incentivando e inspirando os meus colegas também; muitos já se inscreveram e outros estão se preparando para se inscreverem.

Justificativa, problema e objetivo da investigação

Quanto à elaboração desta pesquisa, saber escolher quais os melhores instrumentos e metodologias para alcançar os resultados pretendidos e gerar contribuições, entendo que foi um desafio interessante. Emerge partilhas experienciais sobre o conhecimento do professor, necessário para o ensino da Matemática no século XXI.

Ao considerar isso, lembro-me das orientações recebidas do meu orientador e das aulas das disciplinas do PPGE, nas quais tive que me adaptar aos ensinamentos e ao aprendizado.

Portanto, corroborado por Gamboa (2018), “O êxito de uma pesquisa de qualidade pode estar na articulação lógica desses elementos e no conhecimento dos pressupostos e as

implicações da abordagem epistemológica que o pesquisador utiliza” (Gamboa, 2018, pág. 49).

Já dizia D’Ambrosio (2009), com a obra *Educação Matemática: da teoria à prática*, procura explicitar a evolução da Matemática e da educação, analisando as tendências de ambas como informática e comunicação dominarão a tecnologia educativa do futuro.

Conforme destacado por D’Ambrosio (2009, p. 79), a integração das novas tecnologias na educação é fundamental para a atuação docente, pois aqueles que não conseguirem se utilizar das novas tecnologias não terão espaço na educação. No entanto, é igualmente importante ressaltar que nada substituirá o professor. Dessa forma, cabe ao docente buscar processos formativos e aperfeiçoamentos contínuos que supram a demanda por habilidades e conhecimentos necessários para a utilização eficaz das tecnologias na educação.

Nesse sentido, merece relevo a meta 16 do Plano Nacional de Educação (PNE), anexo à Lei n. 13.005/14,

Formar, em nível de pós-graduação, 50% (cinquenta por cento) dos professores da educação básica, até o último ano de vigência deste PNE, e garantir a todos (as) os (as) profissionais da educação básica formação continuada em sua área de atuação, considerando as necessidades, demandas e contextualizações dos sistemas de ensino. (Brasil, 2014)

Enfatizamos a justificativa desta pesquisa com a regulamentação da Política Nacional de Educação Digital (PNED) – Lei no 14.533/2023. A lei busca garantir que os professores tenham acesso a oportunidades de desenvolvimento profissional contínuo e habilidades e competências necessárias para utilizar tecnologias digitais de forma eficaz em sala de aula.

Assim, surge o problema da pesquisa, que procura responder a seguinte indagação: *Considerando o aumento significativo do acesso dos estudantes a diversas tecnologias e as mudanças provocadas nesses alunos, por que os métodos de ensino ainda seguem como eram?*

Considerando que as tecnologias digitais estão inseridas em um contexto social, é fundamental reconhecer que a produção de saberes matemáticos é parte integrante desse ambiente, propício ao desenvolvimento do ensino e da aprendizagem (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020).

Essa perspectiva se alinha com o objetivo geral desta investigação, que visa *analisar o*



impacto de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, considerando a formação docente do pesquisador. Essa convergência de objetivos destaca a relevância de investigar o TPACK dos professores de Matemática.

Por outro lado, cumpre dizer que o uso das TD ainda não é uma realidade da maioria dos educadores nas escolas públicas, haja vista que são poucos os professores que desenvolvem atividades com seus alunos utilizando *softwares* educativos e sites de pesquisas. Com efeito, urge mudar a forma das abordagens das aulas para atender os propósitos da sociedade preconizados nas propostas curriculares vigentes.

As inovações tecnológicas impulsionam transformações socioeconômicas significativas, redefinindo a forma como vivemos e interagimos. Nesse contexto, a escola desempenha um papel fundamental na promoção do conhecimento e da curiosidade dos alunos. Para acompanhar o ritmo das mudanças, é essencial que as instituições de ensino atualizem seus recursos didáticos, incorporando tecnologias inovadoras e metodologias de ensino mais eficazes.

De acordo com Bacich e Moran (2018, p. 4), esses recursos didáticos “dão ênfase ao papel protagonista do aluno e a todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor”. Isso permitirá que os alunos desenvolvam habilidades e competências necessárias para prosperar em uma sociedade em constante evolução.

Nesse contexto, possibilitam um novo olhar para a utilização das tecnologias digitais nas aulas de Matemática, não apenas como suporte para a projeção do conteúdo, ou considerando que a construção do conhecimento matemático se dá apenas quando ocorre a inserção da tecnologia, mas como recurso dinâmico para a construção do conhecimento matemático, a partir do entendimento de que a tecnologia, indissociável da educação, está ligada ao fazer pedagógico.

Nesse contexto, as tecnologias digitais oferecem uma nova perspectiva para o ensino de Matemática, transcendendo seu uso como mero suporte para a apresentação de conteúdo. A integração eficaz das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem de Matemática pressupõe que a construção do conhecimento matemático ocorra de forma dinâmica, mediante

a interação entre o aluno, o professor e a tecnologia. Essa abordagem é embasada pela ideia de que a tecnologia é um recurso pedagógico indissociável da educação, estando intrinsecamente ligada ao fazer pedagógico.

A área da pesquisa que propusemos executar sempre ocupou o meu espaço profissional e de prazer, delineando a proposta temática: O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais, para pensar sobre o conhecimento requerido dos professores para integrar, de forma eficiente, a tecnologia digital ao ensino de Matemática.

Considerando que saímos recentemente de uma pandemia que impôs o uso das TD de maneira compulsória, cada um se aperfeiçoou à medida do possível para ministrar as suas aulas. “Com isso, tornou-se necessária a implementação de uma forma alternativa de ensino, sem o requisito principal da presença, no mesmo ambiente físico, de professores e estudantes (Marozo; Felix, 2022, p. 54)”.

Cientes que, a pandemia acarretou uma migração abrupta para o ensino remoto, sem o devido planejamento e preparação, os professores enfrentaram dificuldades significativas, incluindo a falta de suporte técnico, a adaptação ao novo formato de aulas e a divisão do ambiente doméstico com o trabalho.

Isso envolveu planejar aulas mediadas por telas e superar desafios técnicos relacionados a softwares e conexão, demonstrando a necessidade de uma formação contínua e eficaz para os professores. As competências e experiências adquiridas nesse contexto foram posteriormente integradas à prática docente presencial, visando otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

A pandemia também nos fez refletir sobre a importância da acessibilidade e da equidade no ensino da Matemática. Percebemos que muitos dos alunos enfrentavam desafios significativos para acessar recursos tecnológicos e internet, o que os colocava em desvantagem em relação aos colegas.

A experiência nos ensinou a importância da flexibilidade, da criatividade e da colaboração no ensino da Matemática, e nos permitiu desenvolver estratégias mais eficazes para atender às necessidades dos nossos alunos.

Dessa forma, nesta pesquisa, propomos, como objetivo geral, *analisar os impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática*, visto que a formação continuada desencadeia uma revolução pedagógica, impulsionando professores a reimaginar suas práticas e criar aulas de forma mais dinâmica e criativa. Num ensino dinâmico, ocorre um ciclo virtuoso de criatividade e excelência, no qual os professores se renovam, os alunos aprendem de fato, a educação se transforma.

Com a ideia de refletir sobre os objetivos desta pesquisa, incorporamos a defesa que Borba e Penteado (2017) fazem em relação às TD e à Educação Matemática, que, segundo os autores, devem ser vistas como transformação da própria prática educativa. Assim, as tecnologias concorrem para a criação de espaços mais atraentes e significativos para a construção de conhecimentos.

Nesse sentido, analisaremos os impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, por meio da integração dos diferentes conhecimentos que compõem o *framework* TPACK dos professores de Matemática.

Isso porque urge que a educação acompanhe a evolução da sociedade, aderindo a metodologias com recursos digitais de modo que professores instiguem a criatividade e ofereçam instrumentos adequados para que o aluno construa seu conhecimento de forma criativa e significativa.

Matemática e tecnologia: desenvolvendo competências com recursos digitais

Ao longo do estudo das literaturas sobre o ensino da Matemática, sempre houve uma interessante e surpreendente associação entre a Matemática e recursos didáticos que podem ser utilizados nas aulas de Matemática, com implicações muito positivas para a aprendizagem dos alunos. Consideramos que esses materiais devem servir como mediadores para facilitar a relação professor/aluno/conhecimento no momento em que um saber está sendo construído.

Com efeito, a sociedade, de tempos em tempos, é marcada por avanços na área do conhecimento tecnológico, e inovações curriculares são implementadas na educação, e o professor que ensina Matemática não pode ficar alheio a esses conhecimentos.

Diante disso, o docente precisa buscar a formação continuada, conhecimentos de

conteúdo, de tecnologia e pedagógico, integrados, desenvolvendo-se como professor de Matemática. Ora, a carência de formação descontextualiza os conhecimentos desenvolvidos e faz com que, ao longo do tempo, eles sejam esquecidos pela falta de continuidade diante das inovações tecnológicas que a sociedade lhe impõe. Além disso, acredita-se que as

[...] possibilidades digitais para a Educação são amplas e diversificadas, produzindo conhecimentos em todas as áreas, sendo assim um fio condutor na organização pedagógica para o ensino de qualquer disciplina escolar, uma vez que esses recursos são detentores de estratégias que viabilizem o acesso ao conhecimento (Martins; Macêdo, 2023, p. 5)

O professor somente terá condições de analisar e utilizar equipamentos, softwares e aplicativos se possuir conhecimentos sobre eles, para saber se deverá utilizar, onde e quando utilizar. Assim sendo, para adquirir essa emancipação acerca das TD, terá que, obrigatoriamente, ir em busca da formação continuada.

No entanto, é responsabilidade do poder público ofertar e assegurar ao professor o aperfeiçoamento profissional. Não por acaso, a Resolução CNE/CP Nº 1(2020) dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada).

De acordo com Fonseca (2020), isso “implica considerar outras hierarquias de valores, adequar-se a outros ritmos, gerenciar outras demandas e, principalmente, abrir-se à experiência do outro.” Na verdade, uma mente que abre ao conhecimento nunca voltará ao tamanho original.

Além disso, é pertinente que o professor busque por formação e competência para utilizar as tecnologias digitais que estão a seu alcance, na intenção de melhorar a prontidão, a criatividade, ou até mesmo integrar juntamente com seus alunos conhecimentos, pois, ao manipular esses objetos, a criança tem a possibilidade de compreender o conteúdo e o professor melhorar a sua prática. “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Quem ensina, ensina alguma coisa a alguém” (Freire, 1996, p. 23).

A integração das tecnologias digitais na Educação Matemática requer uma reflexão

crítica para superar insuficiências e desigualdades, proporcionando uma educação mais inclusiva, como argumentam Santos e Macêdo (2024), sendo necessário também considerar as necessidades específicas dos professores.

Logo, uma abordagem metodológica sem haver uma reflexão crítica relativa ao cenário tornaria insatisfeito, uma vez, que há a necessidade desses recursos que se apresenta como insuficiente para avaliar e expor a presença das tecnologias digitais (TD) na educação Matemática. Não pretendemos abordar a imensa desigualdade social existente entre os alunos, o que tem interferência direta na Educação Matemática, e nem as diferentes facetas vividas por estudantes e professores no Brasil. No entanto, queremos problematizar este contexto em que ainda vivemos e que exige uma visão ampla e cuidadosa ao apresentar as experiências e narrativas dos professores participantes da pesquisa (Santos; Macêdo, 2024, p.3).

Nesse âmbito, a falta de reflexão crítica sobre TD na Educação Matemática impede uma avaliação eficaz, a qual precisa de uma abordagem mais ampla, que leve em conta as necessidades dos professores e alunos, para promover uma educação mais eficaz.

Tendo em vista que a tecnologia digital é um instrumento importante no contexto escolar, pode ser articulada a práticas formativas que favoreçam os saberes do educando. A partir da educação não formal, agregará as suas experiências e conhecimentos para a educação formal, devendo existir o aproveitamento desse conhecimento.

Os educandos, por serem nativos da era digital, têm facilidade no manuseio de softwares, site de busca e da comentada inteligência artificial (IA), inovação tecnológica que faz parte da quinta etapa das TD, marcada pelo período pós-pandemia.

A inteligência artificial (IA) apresenta um grande potencial transformador para a educação. Por um lado, ela pode democratizar o acesso a recursos educacionais, superando as limitações de tempo e espaço. Por outro, permite a personalização do ensino, viabilizando o atendimento individualizado às necessidades do professor, libertos das atividades mais mecânicas e das demandas mais pragmáticas do processo educativo.

Assim, defendemos uma reflexão, uma análise sobre o uso de *softwares* educativos, haja vista que, quando utilizados, contribuem significativamente para a aprendizagem, por ser recurso incluso na prática pedagógica dos professores de Matemática para o desenvolvimento de diversas habilidades das unidades temáticas contidas na Base Nacional Comum Curricular

(BNCC). Em outras palavras, vão ao encontro da implementação da cultura digital presente nesta proposta.

Desenvolver nas (os) estudantes habilidades relacionadas à cultura digital é uma das competências gerais descritas na BNCC:

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).

Nesse enfoque, os termos TD e formação continuada são apresentados como correlatos e perpassam a economia, a sociedade, o conhecimento e o período da inteligência artificial. O primeiro termo é elevado a um debate político centralizado na categoria pública ou privada da informação e de sua estrutura comercial ou social. Interpreta-se que usar TD e buscar formação continuada são pressupostos de melhoria em todas as áreas do conhecimento.

Em suma, a correlação entre os dois termos é, portanto, intrínseca e fundamental para o desenvolvimento profissional, especialmente no contexto da educação. A correlação se estabelece porque a rápida evolução das tecnologias digitais exige que os profissionais, incluindo professores e educadores, se atualizem constantemente para utilizá-las de forma eficaz em suas práticas.

Aqui o foco não é discutir o mau uso das TD na escola, mas analisar os impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, afinal nada mais justo do que oferecer uma educação voltada para a realidade do aluno. Privar a tecnologia na escola ou na sala de aula significa reforçar o fracasso na instrumentalidade necessária e exigidas pela sociedade tecnológica na formação do aluno.

Com o advento das tecnologias digitais (TD), as comunicações rápidas transformam processos de ensino e aprendizagem, impulsionando reflexões inovadoras sobre currículo, prática pedagógica e Educação Matemática. Notadamente, trata-se de ciclos de realizações rápidos que abalam a nossa segurança, porque tudo tende a ser digital, modificando o acesso e manuseio.

Nessa perspectiva, a associação entre a TD e as situações vivenciadas pelo professor é fundamental para o exercício da sua profissão, promovendo uma sala de aula inovadora e, ao mesmo tempo, desafiadora consigo mesmo. Na verdade, “as TD estão cada vez mais presentes no ambiente escolar e ganham espaço em diversos estudos sobre as implicações de suas utilizações nos processos de ensino e aprendizagem” (Cibotto; Oliveira, 2017, p. 11).

As tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana. Segundo Kenski (2012), foi a engenhosidade humana, em todos os tempos, que deu origem às mais diferenciadas tecnologias. Por isso, o processo de formação continuada deve ser almejado e a inovação na prática pedagógica do ensino da Matemática também deve ser implementada pelo professor, desafiando novos paradigmas da educação.

Nas últimas décadas, as TD, impulsionadas por avanços em computação, armazenamento de dados e redes de comunicação, transformaram profundamente a sociedade. Desse modo, a difusão da internet, dos dispositivos móveis e das redes sociais marcou uma revolução digital, revolucionando a forma como as informações são geradas, armazenadas, preservadas e transmitidas, incluindo imagens, textos e dados.

Certamente, os estudantes atuais, em sua maioria, permeados pela tecnologia, têm mais possibilidades de se conectar a qualquer momento. O uso das TD propicia mecanismos motivadores à aprendizagem (Kohls-Santos, 2021). São condições necessárias e suficientes para a educação não estagnar.

As tecnologias digitais possibilitam um novo e surpreendente aumento na capacidade de armazenamento e transmissão da informação, permitindo que a linearidade de raciocínio seja desafiada por modos de pensar baseados na simulação, na experimentação e em uma nova linguagem que envolve escrita, oralidade, imagens e comunicação instantânea (Bennemann e Allevato, 2014, p. 95).

Não restam dúvidas de que as TD, quando disponíveis, podem instigar a participação ativa dos alunos e garantir a qualidade do ensino e da aprendizagem. Deste modo, em um mundo de transição constante, propõe-se nesta dissertação investigar o envolvimento do professor de Matemática da educação básica na utilização de recursos digitais.

Esses recursos podem ser ferramentas interativas, *softwares* educacionais, jogos

digitais, vídeos explicativos, animações, entre outros. Eles têm o escopo de auxiliar na compreensão e no aprendizado dos alunos, tornando o ensino da Matemática mais dinâmico e atrativo.

Os distintos tipos de conhecimento ligados ao trabalho do professor são, ao mesmo tempo, complexos e conectados. As articulações deste tipo, envolvendo a mencionada multiplicidade de saberes, pedem que o processo de formação docente, inicial ou continuada, considere a necessidade de um equilíbrio dinâmico, o que não permite, por exemplo, que as tecnologias adentrem este cenário como uma “enxurrada”, uma “avalanche”, ou seja, uma invasão de algo que, de tão disseminado nos contextos sociais subjacentes, pede apenas algum treinamento para que as pessoas envolvidas nos processos de ensino passem a usar softwares ou dispositivos e, com isso, aprendam ou ensinem melhor (Oliveira, 2019, p. 54).

Ademais, nesta pesquisa, propomo-nos a *analisar o impacto de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática* dos professores de Matemática do município de Coração de Jesus e municípios circunvizinhos.

Os fundamentos deste estudo apoiam-se no TPACK dos professores de Matemática, que é a interseção de três conhecimentos básicos - conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo -, que permite aos professores integrar de maneira eficaz a tecnologia em suas práticas de ensino. Com uma sólida compreensão desses componentes, podem explorar ao máximo as vantagens das TD.

A organização da Dissertação

Na introdução, apresentamos o tema de pesquisa, *O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais*, sua relevância para o campo do conhecimento da educação, sobretudo da Educação Matemática, bem como apresenta o TPACK que é o referencial teórico que fundamenta esse estudo.

Para compreender a proposta do objetivo geral: *Analisar o impacto de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática*, descompactamos os níveis dos professores em pensamento e compreensão no processo de desenvolvimento do TPACK, conforme descrito nos Padrões TPACK para Professores de Matemática.

Logo, quatro temas principais enquadraram o Modelo de Desenvolvimento TPACK do



professor de Matemática: *Currículo e Avaliação; Aprendizagem; Ensino; e Acesso*. Tais temas ajudam a definir os títulos dos três artigos desta dissertação, que estão organizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Problemas de pesquisa, objetivo geral e específicos, organizados de acordo os quatro temas principais que enquadraram o Modelo de Desenvolvimento TPACK para professor de Matemática

	Problema de pesquisa	Objetivo geral
Dissertação	Considerando o aumento significativo do acesso dos estudantes à diversas tecnologias, mas se os alunos mudaram, por que os métodos de ensino ainda seguem como eram?	Analisar o impacto de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática
Temas do TPACK	Problema de pesquisa	Objetivos específicos
Currículo e avaliação Artigo 1	De que forma a integração das tecnologias digitais no currículo de Matemática pode ser realizada para melhorar a avaliação e alcançar os objetivos de aprendizagem?	Compreender o Currículo e Avaliação na construção de conhecimentos pedagógicos-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática
Aprendizagem Artigo 2	Quais ferramentas digitais contribuem para o ensino de Matemática e as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que podem ser alcançadas com o uso das TD, contribuindo para transcender o aprendizado bem como potencializar a educação Matemática?	Analisar o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas
Ensino e acesso Artigo 3	Como o acesso às tecnologias digitais por parte dos professores de Matemática impacta a qualidade do ensino e a aprendizagem em diferentes contextos educacionais?	Averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática.

Fonte: Elaboração própria

Em vez de tratar Currículo e Avaliação separadamente, partimos no que propõe o Comitê de Tecnologia da Associação de Formadores de Professores de Matemática (AMTE), que estes temas devem ser agrupados para destacar a ligação entre o processo de tomada de decisão curricular e de avaliação.

Cabe mencionar que o artigo 3, diferentemente dos outros, trabalha dois temas: *Ensino e Acesso*. Justificamos a junção, entendendo que a qualidade do ensino está intrinsecamente ligada ao acesso a recursos e oportunidades. A análise conjunta permite uma compreensão mais completa dos desafios e das potencialidades do sistema educacional.

O artigo (I) discute a importância de o professor de Matemática considerar as especificidades do currículo, mas também ser capaz de explorar seu currículo, disposto a fazer mudanças na busca de locais para incorporar as TD, ou mesmo avaliar, acrescentar ou eliminar determinados temas em função das capacidades tecnológicas. Portanto, *compreender o Currículo e a Avaliação na construção de conhecimentos pedagógico-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática* é o primeiro objetivo específico desta dissertação.

O artigo (II) foca-se no segundo objetivo específico da dissertação, qual seja: *analisar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas*. Para tanto, discorre-se sobre a análise do processo de ensino aprendizagem utilizando tecnologias digitais para apoiar estratégias que atendam às diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática. Acredita-se que todas as perspectivas educacionais têm o seu lugar específico, suas concepções, suas metodologias, como também os métodos de ensino, quando bem empregados, são extremamente positivos. Sob esse prisma, é fundamental expor que as tecnologias digitais têm reflexo direto na escola, mudando o jeito de olhar o mundo, de ensinar e aprender.

No artigo (III), entende-se que, no cenário educacional contemporâneo, a correlação entre ensino e acesso tornou-se uma questão central para garantir a equidade e a qualidade da educação. Seguindo essa premissa, a abordagem do artigo debruça-se em um dos objetivos específicos desta dissertação, ou seja, busca-se *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*.

Com esses objetivos delineados, acreditamos que o estudo proposto é justificado por se tratar de questões relacionadas à formação continuada do professor de Matemática, à promoção

da qualidade da educação e à formação cidadã dos estudantes. Nesse sentido, acolhemos os seguintes problemas de pesquisa: **i** - "De que forma a integração das tecnologias digitais no currículo de Matemática pode ser realizada para melhorar a avaliação e alcançar os objetivos de aprendizagem? **ii** - Que preparação o professor precisa para contribuir efetivamente para a apropriação do conteúdo ministrado em sala de aula? **iii** – Como o acesso às tecnologias digitais por parte dos professores de Matemática impacta a qualidade do ensino e a aprendizagem dos alunos em diferentes contextos educacionais?

Cada objetivo específico da pesquisa norteará um dos três artigos explicitados nesta dissertação. Uma vez que se valerá do formato multipaper, a dissertação é estruturada em uma coleção de artigos independentes, mas interligados entre si, por meio do objetivo geral, e cada um dos objetivos específicos da pesquisa contextualiza os artigos individuais

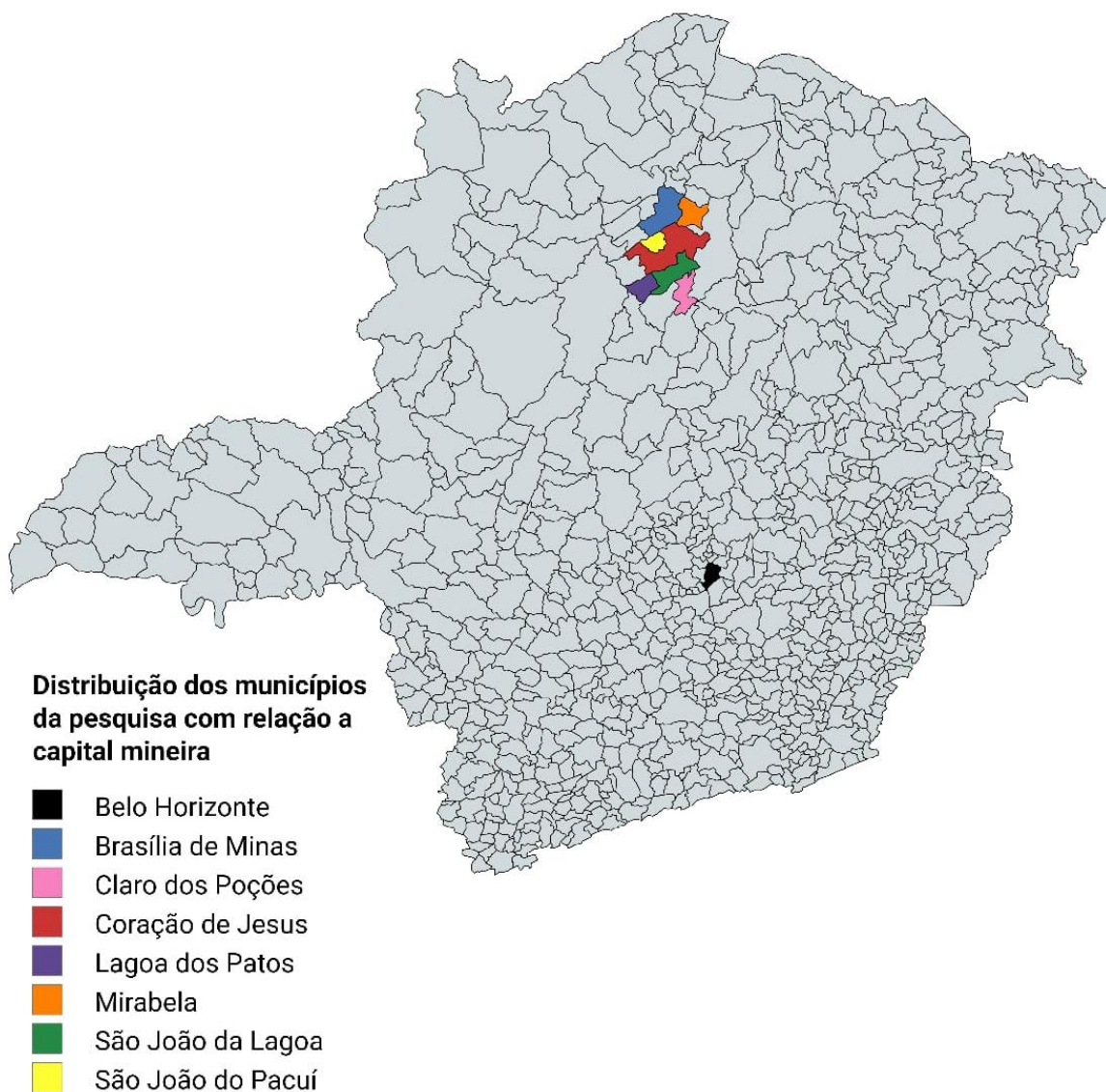
Locus da Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa em Educação Matemática, que tem como propósito a escrita de uma dissertação de mestrado, na qual adotamos o formato multipaper, para contemplar os resultados da pesquisa. Assim, a versão final desta dissertação consta de três artigos, de modo que cada um se orienta pelo objetivo geral e um objetivo específico.

Para a escrita dos artigos, realizamos uma pesquisa de campo em doze escolas estaduais que oferecem os anos finais do ensino fundamental e o ensino médio, distribuídas em sete municípios, todos situados no Norte do estado de Minas Gerais (Fig. 1).

Para a análise, compreensão e interpretação dos dados, narrados pelos professores durante a entrevista, utilizamos o suporte teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). Foram selecionadas as seguintes escolas: do município de Coração de Jesus (Coronel Francisco Ribeiro, Benício Prates, São José, Ponte dos Ciganos, Cristino Alves de Jesus, Coronel Luís Pires de Minas); escola do município de São João do Pacuí (Jesuzinha Araújo Magalhães); escolas do município de Brasília de Minas (Josias de Matos e Escola Estadual Sant'Ana); escola do município de Claros dos Poções (Amâncio Juvêncio da Fonseca); escola do município de Mirabela (Professora Maria Machado); escola do município de Lagoa dos Patos (Raimundo Nonato da Fonseca).

Figura 1 - Representação dos municípios onde situa as escolas da rede estadual que agrega os professores participantes da pesquisa



Fonte: Elaboração própria – utilizando a ferramenta Map Chart.

Calculamos a distância média das 7 cidades nortes mineiras (Fig. 1), em relação à capital Belo Horizonte e, concluímos que dista 476,92 km. Entendendo que, as inovações tecnológicas partem da capital para o interior. E nesse sentido Antunes (2020), afirma que,

Com o advento da pandemia foi perceptível o quão desigual nosso estado ainda é em relação ao acesso aos meios tecnológicos. Por mais que a maioria dos alunos e professores tenham celular, nem sempre o celular consegue proporcionar um

conhecimento de qualidade, muitos alunos não possuem plano de internet ou espaço no celular para que comporte o aplicativo (Antunes, 2020, p. 5).

Nesse sentido, o monitoramento da infraestrutura tecnológica nas escolas é fundamental para direcionar políticas públicas eficazes, como a Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC). Essa iniciativa visa promover a equidade de acesso à conectividade e às tecnologias digitais.

E, de acordo com o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), em 2023, por exemplo, apenas 62,1% das escolas públicas informaram que possuíam acesso à internet nos processos de ensino e aprendizagem.

No entanto, os dados do Censo Escolar revelam que ainda há um longo caminho a percorrer. Entre 2022 e 2023, apenas 24,5% das escolas públicas apresentaram aumento na quantidade de equipamentos para uso dos estudantes, destacando a necessidade de investimentos contínuos para garantir a qualidade e a equidade no acesso à tecnologia.

Por fim, nas considerações finais, tem-se uma conclusão integrativa que une os resultados dos artigos, de forma a responder aos objetivos propostos neste trabalho de pesquisa. Ademais, há um destaque às contribuições da pesquisa para o campo da educação, particularmente na Educação Matemática.

Referências

- ANTUNES, Larissa Dulce. Educação e pandemia: Contribuições da teoria contingencial na gestão escolar em tempos de COVID-19. *Revista Mediação*, [S. l.], n. 11, 2021
- ASSIS, Machado de. *Dom Casmurro*, Capítulo LXVI, 1899.
- BACICH, Lilian; MORAN, José. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BENNEMANN Marcio, ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Tecnologias da informação e comunicação segundo os pressupostos da filosofia da educação Matemática crítica. *Nuances: estudos sobre Educação*, Presidente Prudente -SP, v. 25, n. 2, p. 86-108, 2014.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Mirian Godoy. *Informática e educação matemática*. 5. Ed. 3. Reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Edição extra - seção 1.

BRASIL. *Base nacional comum curricular*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. Lei nº 14.533/23, de 11 de janeiro de 2023. Política Nacional de Educação Digital. Brasília, DF: *Diário Oficial da União*, 2023

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Censo escolar 2023: avanços e desafios na tecnologia. Disponível em: <https://cieb.net.br/censo-escolar-2023-avancos-e-desafios-na-tecnologia/> Acesso em: 01 de março de 2025.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 17.ed. São Paulo: Papyrus Editora, 2009.

Resolução CNE/CP 1/2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, 29 de outubro de 2020, Seção 1, pp. 103-106.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. *Educação Matemática de jovens e adultos*. 3 ed. 2 reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2020.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: Saberes Necessários à Prática educativa*. 30ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).

GAMBOA, Sílvio. Sánchez. *Pesquisa em educação: métodos e epistemologias*. 3. ed. Chapecó: Argos, 2018.

CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato. TPACK – Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo: Uma Revisão Teórica. *Imagens da Educação*, v. 2, p. 11-23, 2017.

KENSKI, Vani. Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Editora Papyrus. 2012. 141p

KOHL-SANTOS, Pricila. Educação, tecnologia e comunicação e os espaços formativos em tempos de cultura digital. In Kohls-Santos, Pricila; Costa, Danilo da; Furtado, Roberval Angelo (Orgs.). *Educação, tecnologia e comunicação: reflexões teóricas e possibilidades práticas*. Brasília: JRG, 2021

MAROZO, Luís Fernando; FELIX, Sylvia (orgs). *A tecnologia na educação em tempos de pandemia: propostas e vivências*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2022. E-book (180p.)

MARTINS, Carla Francielle Rocha; MACÊDO, Josué. Antunes de. Ferramentas digitais: uma possibilidade educacional em tempos de pandemia. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 1-23, jan./abr. 2023.

OLIVEIRA, Geson Pastre de. *Pesquisa em Educação e Educação Matemática: um olhar sobre a metodologia*. Editora CRV, Curitiba, Brasil, 2019.

SANTOS, Rozania Pereira dos; MACÊDO, Josué Antunes de. 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*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 1-14, jan./abr.2024.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014

Currículo e Avaliação: limites e potencialidades no uso das tecnologias digitais

Curriculum and Assessment: limits and potential in the use of digital technologies

Resumo: Este artigo tem por objetivo compreender o Currículo e a Avaliação na construção de Conhecimentos Pedagógico-Tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais (TD) nas aulas de Matemática. Isso se justifica pelo fato de os professores precisarem ser capacitados para usarem eficazmente e integrá-las ao currículo e às práticas de avaliação. A incorporação de TD no currículo escolar é fundamental atendendo às demandas da sociedade contemporânea, visto que elas oferecem diversas potencialidades para a educação. Partindo dessa reflexão, foi realizada uma pesquisa de cunho qualitativa com a participação de professores para analisar o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) dos professores de Matemática. Por fim, após análise do conteúdo, conclui-se que, para a integração eficaz das TD, é necessário investir na infraestrutura e no gerenciamento adequado, além de oferecer suporte institucional para a formação continuada dos professores, visando inovações curriculares.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Formação Continuada. TPACK. Currículo e Avaliação.

Abstract: This article aims to understand the Curriculum and Assessment in the construction of Pedagogical-Technological Knowledge in the process of integrating digital technologies (DT) into Mathematics classes. This is justified by the fact that teachers need to be trained to effectively use and integrate them into the curriculum and assessment practices. The incorporation of DT into the school curriculum is essential to meet the demands of contemporary society, since they offer several potentialities for education. Based on this reflection, a qualitative research was carried out with the participation of teachers to analyze the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Mathematics teachers. Finally, after analyzing the content, it is concluded that, for the effective integration of DT, it is necessary to invest in infrastructure and adequate management, in addition to offering institutional support for the continued training of teachers, aiming at curricular innovations.

Keywords: Digital Technologies. Continuing Training. TPACK. Curriculum and Assessment

1.1 Introdução

O currículo e a avaliação são componentes fundamentais do processo de ensino-aprendizagem. Um currículo bem estruturado deve ser flexível e adaptável às necessidades dos

alunos, abordando conteúdos relevantes e desenvolvendo habilidades cognitivas e socioemocionais.

A avaliação, por sua vez, deve ser contínua e formativa, fornecendo feedback aos alunos e permitindo que os professores ajustem suas estratégias de ensino. A avaliação também deve ser justa e equitativa, levando em consideração as diversidades individuais e culturais dos alunos.

Em vista a isso, a utilização do material curricular na Educação Matemática requer planejamento e avaliação por parte do professor. Isso permite coordenar situações de aprendizagem eficazes, considerando o contexto educacional. Como discutem Antunes, Januario e Santos (2024), o professor e o material curricular trabalham juntos para promover a aprendizagem da Matemática.

Nesse contexto, é essencial que os professores estejam capacitados para desenvolver currículos e avaliações que atendam às necessidades dos alunos e promovam a aprendizagem significativa. Além disso, é fundamental que os professores trabalhem em colaboração com os alunos, pais e comunidade para garantir que o currículo e a avaliação sejam relevantes e eficazes.

Com o uso das tecnologias digitais (TD), o currículo pode se tornar mais flexível e adaptável às necessidades dos alunos e às demandas da sociedade. Da mesma forma, a avaliação deve ser suficientemente dinâmica para acompanhar essas transformações, possibilitando que os estudantes demonstrem seu aprendizado de maneiras diversificadas e criativas. Essa abordagem permite ajustes contínuos no processo de ensino e aprendizagem, integrando a avaliação como uma parte essencial desse ciclo.

A expressão tecnologias digitais (TD), no contexto da Matemática, é empregada, conforme a visão de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), para designar o uso de ferramentas e recursos tecnológicos no aprimoramento do ensino e da aprendizagem dessa disciplina. Esse conceito abrange uma ampla gama de plataformas e métodos, incluindo softwares educacionais, ambientes virtuais de aprendizagem, recursos multimídia, ferramentas de computação gráfica e jogos educacionais.

Enfim, para *compreender o Currículo e Avaliação na construção de Conhecimentos Pedagógico-Tecnológicos no processo de integração das TD nas aulas de Matemática*, vamos primordialmente rever as fases das TD na Educação Matemática.

Vale ressaltar que a tecnologia se desenvolveu e se popularizou de forma exponencial e, corroborando com Macêdo, Santos e Lopes [...] “pode-se concluir que o uso das tecnologias digitais propicia aos discentes uma melhor compreensão dos conteúdos estudados, e que o único motivo para não fazer o uso destes recursos está na falta de domínio dessas tecnologias pelos próprios docentes” (Macêdo; Santos; Lopes, 2022, P. 10).

Na próxima seção, apresentaremos o modelo TPACK, que fundamenta nosso estudo e significa *Technological Pedagogical Content Knowledge* (Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo), o qual foi desenvolvido para representar o conhecimento que os professores precisam possuir para integrar de forma eficaz a tecnologia na prática pedagógica, influenciando os estudos em Educação Matemática.

1.2 Fases das Tecnologias Digitais na Educação Matemática

Em primeiro lugar, destacamos a importância do conhecimento dessas fases, pois cada uma delas é caracterizada por mudanças significativas na sociedade e expressa a integração dos professores com as tecnologias, apropriando de estratégias de tornar o ensino da Matemática voltado para a educação contemporânea.

A integração das tecnologias digitais no ensino de Matemática experimentou uma evolução significativa nas últimas décadas, transformando a prática pedagógica e a forma como os alunos aprendem. Seguindo a categorização proposta por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), apresentamos as diferentes fases dessa evolução, desde a utilização inicial de *softwares* como ferramentas auxiliares até a sua incorporação como elementos constitutivos da própria prática pedagógica, influenciando a forma como os professores ensinam e os alunos aprendem."

Essas fases das TD em Educação Matemática têm denotado avanço ao longo das últimas décadas (Fig. 2). Assim, disponibilizamos um quadro das principais fases das TD em Educação Matemática, o que inclui a apresentação de visões teóricas e exemplos de atividades matemáticas características em cada momento.

Figura 2 - Linha do tempo das fases das tecnologias digitais na Educação Matemática



Fonte: Elaboração própria.

Diante do estudo, percebemos que uma fase não extingue a outra, mas vão sendo estruturadas apenas para destacar uma nova tecnologia em cada momento e suas contribuições na educação.

Dentre aos estudos de literatura, destacamos Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), com a obra Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e Internet em Movimento. Neste estudo, discutem tecnologias em diversos períodos históricos, que, após catalogados, foram divididos em quatro fases.

1.2.1 A primeira fase

A primeira fase (1985) tem como destaque os computadores, as calculadoras simples e científicas; a natureza ou base tecnológica das atividades é a programação (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020). Nessa fase, ocorre a utilização do *software* LOGO e suas possibilidades no que diz respeito à construção de objetos geométricos. Assim como, há segmentos de reta e ângulos explorando uma sequência de comandos e suas representações como movimento executado. “A primeira fase é também o momento de surgimento da perspectiva de que as

escolas poderiam ou deveriam ter laboratórios de informática” (Borba; Scucuglia; Gadanidis 2020, p. 22).

Segundo Castillo, Mendes e Sánchez (2024), “A Informática como a Matemática tem um ponto em comum, elas surgem num contexto sociocultural, em recorrência de atender às necessidades contemporâneas” (Castillo; Mendes; Sánchez, 2024, p. 2).

Na utilização do *software* LOGO, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) argumentam que a experimentação dessa ferramenta oferece meios para que o aluno possa estabelecer relações entre representações algébricas e representações geométricas dinâmicas. A diferença se apresenta mais claramente em como cada estratégia favorece o processo de aprendizagem de uma nova forma, modificando e potencializando o que já era feito sem o uso da tecnologia informática.

1.2.2 A segunda fase

A segunda fase das tecnologias digitais na Educação Matemática, iniciada em 1990 (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 22), é caracterizada pela popularização dos computadores, pelo surgimento de laptops e calculadoras gráficas, bem como pela introdução de softwares educacionais.

Nesse contexto, ganham relevo ferramentas como o Winplot, Fun, Graphmatica, Cabri Géométrique, Geometricks e Maple, que possibilitam a exploração de geometria dinâmica e múltiplas representações de funções. Essa fase apresentou uma perspectiva promissora quanto ao uso de computadores em sala de aula, permitindo a exploração de possibilidades didáticas e pedagógicas.

A partir desse período, surgiram as primeiras ferramentas de autoria para a criação de materiais educacionais, o que permitiu aos docentes desenvolver seus próprios recursos interativos em Matemática. Os *softwares*, mais flexíveis que os tutoriais tradicionais, possibilitaram maior interatividade.

Um exemplo significativo é o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), lançado pelo Ministério da Educação (MEC) em 1997, que ofereceu suporte a professores por meio de cursos de formação continuada, incentivando a utilização de

tecnologias da informação em suas aulas (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 22).

Entretanto, muitos educadores ainda não tinham experiência no uso de computadores durante essa fase, devido a fatores como desconhecimento, desinteresse, falta de oportunidades, insegurança ou medo. Assim, tornou-se essencial que os professores transcendessem suas zonas de conforto em direção a zonas de risco.

Borba e Penteado (2001) discutem que atividades investigativas que utilizam tecnologias da informação possuem um caráter aberto e viabilizam a exploração de múltiplas soluções para um mesmo problema. Essa abordagem contrasta com a percepção pública da Matemática, frequentemente vista como uma disciplina absoluta e exata, que admite uma única resposta para cada questão.

1.2.3 A terceira fase

A terceira fase teve início em 1999, com a popularização da internet. Conforme Borba, Silva e Gadanidis (2020), é caracterizada por uma intensa interação na formação inicial e continuada de professores, promovida pelas ferramentas on-line como Google, fóruns, chats e a plataforma Teleduc. As comunidades de aprendizagem, impulsionadas pela Educação a Distância (EaD), sublinham o papel das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nesse contexto.

Devido à natureza informacional e comunicacional da internet, consolida-se a expressão Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). “Em educação, a internet começa a ser utilizada como fonte de informações e como meio de comunicação entre professores e estudantes e para a realização de cursos à distância para a formação continuada de professores via e-mails, chats e fóruns de discussões” (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 31).

Além disso, as pesquisas, nesse período, avançam na reavaliação do ensino de Matemática, explorando o uso do software Winplot como uma ferramenta para a construção coletiva do conhecimento matemático em ambientes virtuais.

Todavia, é importante ressaltar que o surgimento de cada nova fase não implica substituição da anterior; ao contrário, elas se integram e interagem mutuamente, enriquecendo o panorama educacional contemporâneo. Iniciar o texto substituindo esta frase.

1.2.4 A quarta fase

A quarta fase teve início em 2004, com o advento da internet rápida, a qual proporcionou mudanças em diversos aspectos, tais como: o marco da multimodalidade; a telepresença; a interatividade; a internet em sala de aula; a produção e o compartilhamento on-line de vídeos; a difusão de objetos virtuais da aprendizagem e de softwares como o GeoGebra. Em outras palavras, ocorreu

Fácil acesso a vídeos em plataformas ou repositórios; ex: YouTube; etc.); novos designs e interatividade (comunicadores on-line - Skype; ambientes virtuais de aprendizagem - Moodle, aplicativos online - applets, etc.); tecnologias móveis ou portáteis (tablets, laptops, sms, etc.); performance (estar on line em tempo integral, redes sociais- Facebook, etc.) (Espindola et al., 2024, p. 7).

Torna-se comum o uso de expressões como “tecnologias digitais” (TD), caracterizando a diversidade de aplicações e possibilidades que elas trouxeram para o contexto atual (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 33). A título de esclarecimento, foram criados os jogos educativos em Matemática, que permitiram a aprendizagem por meio da resolução de problemas e do lúdico.

Esses jogos foram voltados para crianças e jovens com o objetivo de tornar o aprendizado mais divertido e motivador. Surge o uso de *softwares*/multiplataformas gratuitos de Matemática dinâmica e há acesso a um nível de conhecimento ilimitado por meio da multimodalidade, com destaque para as plataformas YouTube e TEDTalks.

Com efeito, a quarta fase foi marcada pela crescente utilização de tecnologias digitais na Educação Matemática, com novas formas de expressão e comunicação. A Matemática, antes confinada aos limites da sala de aula, transbordou para o ciberespaço, onde a criação de representações visuais e a utilização de ferramentas de design têm se mostrado uma estratégia promissora para a construção de conhecimentos significativos.

1.2.5 A quinta fase

A produção de vídeos e *lives* como prática pedagógica caracterizou a quinta fase das tecnologias digitais (TD), em que a sociedade apresenta um crescente avanço tecnológico. Esse cenário exige uma reflexão sobre o espaço escolar, especialmente considerando a forma como

os jovens interagem com as TD, tornando-se imprescindível que os professores integrem essas tecnologias em suas práticas pedagógicas.

A necessidade de adaptação, intensificada pela pandemia de covid-19, fez do vírus um símbolo desta quinta fase, ao catalisar um uso intensificado e generalizado das TD. Uma vez que novas ferramentas, como aplicativos e plataformas educacionais, surgem continuamente, oferecem possibilidades inovadoras para a investigação e o ensino da Matemática.

O período de pandemia da COVID-19 trouxe desafios significativos para o ensino da Matemática. Com a necessidade de distanciamento social, as aulas presenciais foram substituídas por aulas online, exigindo que professores e alunos se adaptassem rapidamente a novas tecnologias e metodologias.

Apesar dos desafios, a pandemia também acelerou a adoção de tecnologias digitais no ensino da Matemática, permitindo que os alunos acessassem recursos educacionais de forma remota. No entanto, a falta de acesso a recursos tecnológicos e à internet afetou a aprendizagem de muitos alunos, destacando a importância da equidade digital no ensino da Matemática.

Nesse contexto, os professores de Matemática tiveram que se adaptar rapidamente a novas realidades, desenvolvendo estratégias inovadoras para ensinar Matemática de forma remota e garantir que os alunos continuassem a aprender e se desenvolver. A pandemia destacou a resiliência e a criatividade dos professores de Matemática e a importância da tecnologia como ferramenta para melhorar a educação matemática."

A obra "Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a Quinta Fase das tecnologias digitais" (Borba; Souto; Canedo Junior, 2022) investiga a utilização de vídeos no ensino da Matemática, articulando essa prática com os princípios pedagógicos de Paulo Freire. Os autores discutem como os vídeos podem ser utilizados como ferramentas eficazes para promover a colaboração entre os alunos, desenvolver o pensamento crítico e engajar os estudantes no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o advento das *lives* e a expansão das práticas apoiadas na produção de vídeos surgem como possibilidades para o desenvolvimento de uma Educação Matemática em ressonância com as ideias de Paulo Freire em um momento em que o poder de ação de um vírus tem exigido transformações no que se refere à presença das

tecnologias digitais na Educação, em geral, e na Educação Matemática, em particular (Borba, Souto e Canedo Junior, 2022, p. 45).

O livro conecta várias ideias sobre o vídeo e a Educação Matemática, que, juntos, trazem reflexões freirianas entre o passado, o presente e o futuro. É um diálogo que perpassa os ensinamentos do patrono da educação, o qual defendia uma educação mais crítica e transformadora, com as novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias.

Portanto, a pandemia dá início à quinta fase das TD na Educação Matemática. É um marco dos avanços tecnológicos e das novas formas organizacionais de ensino. Diante dessas transformações, é fulcral analisar as possibilidades didático-pedagógicas do uso desses aplicativos computacionais no ensino da Matemática. Afirmam Santos e Macêdo (2023):

Com a pandemia da Covid-19, as escolas foram isoladas, o que gerou nos professores a necessidade de ampliar as suas práticas pedagógicas com a incorporação de ambientes virtuais. Com isso, a transposição da sala de aula física para a sala de aula virtual pode ser compreendida como uma ação que apresenta uma temporalidade de desafios e possibilidades aos professores, (Santos; Macêdo, 2023. p. 2).

A necessidade de adaptação de todos foi motivada por um vírus, que passou a ser o símbolo da quinta fase, pois provocou o aumento do uso das TD, focando não apenas no uso da tecnologia em si, mas na transformação do profissional frente às demandas e adaptações ao mundo contemporâneo. Essa fase geralmente envolve a integração profunda e eficaz das TD no processo de ensino e aprendizagem.

É uma fase marcada pelas atualizações na educação remota e híbrida. Traz a lume recursos de aprendizagem interativos; gamificação; plataformas de recursos educacionais; desenvolvimento de competências digitais em consonância com uma preocupação com o currículo e os usos instrucionais das ferramentas e dos recursos digitais. Assim, Earle (2002) enquadrando essa mudança:

A integração da tecnologia não tem a ver com tecnologia – trata-se principalmente de conteúdo e práticas instrucionais eficazes. A tecnologia envolve as ferramentas com as quais entregamos conteúdo e implementamos práticas da melhor maneira. Seu foco deve estar no currículo e na aprendizagem. A integração é definida não pela quantidade ou tipo de tecnologia utilizada, mas por como e por que ela é utilizada (Earle, 2002, p. 8).



Batistella e Leão (2022), na pesquisa sobre Os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), discorrem sobre o uso das tecnologias digitais. “Em prosseguimento, os dispositivos de uso, ou seja, as TD mais citadas foram: computadores, dispositivos móveis, smartphones, chromebooks e iPads, sendo os menos identificados os iPhones e os tablets” (Batistella; Leão, 2022, p. 9).

Na próxima seção apresentaremos o constructo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*), o qual foi desenvolvido para representar o conhecimento que os professores precisam para integrar de forma eficaz a tecnologia na prática pedagógica, influenciando os estudos em Educação Matemática.

Assim, expomos como surgiu o pensamento relacionado ao TPACK, seu fundamento, os detalhes de cada conhecimento envolvido nesse constructo teórico, até formarem o conceito do TPACK dos professores de Matemática.

1.3 As raízes e origens do TPACK

Para compreender as raízes e origens do constructo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*), Shulman (1986) categoriza o conhecimento envolvido em diversos tipos de conhecimento. Dessa maneira, Shulman introduziu uma nova perspectiva sobre o conhecimento necessário para a prática docente, que ele denominou de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Essa abordagem enfatiza a integração de dois tipos de conhecimento: i) Conhecimento do Conteúdo, que diz respeito ao entendimento profundo do assunto a ser ensinado ou aprendido, abrangendo aspectos que vão além do simples domínio da disciplina; e ii) Conhecimento Pedagógico, o qual envolve as estratégias e os métodos de ensino e aprendizagem. Essa integração é fundamental para a eficácia do ensino.

Nesse sentido, o “TPACK é a base de um bom ensino com tecnologia e requer compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos” (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

A premissa do constructo teórico TPACK é, pois, o equilíbrio dinâmico entre os três elementos-chave (conteúdo, pedagogia e tecnologia) no conjunto de conhecimento dos professores de Matemática, para o fim de ensinar, resultando na integração significativa desses elementos na prática docente.

1.4 Visão panorâmica à luz da abordagem do TPACK dos professores de Matemática

O modelo TPACK é amplamente reconhecido como uma estrutura genérica aplicável a diversos conteúdos e disciplinas, no entanto, concentramos nossa análise na formação continuada de professores de Matemática. Sem dúvidas, o framework TPACK se revela essencial, porquanto encapsula o conhecimento necessário para que os professores utilizem as tecnologias digitais (TD) de maneira pedagógica e eficiente em sala de aula.

O *framework* TPACK dos professores de Matemática baseia-se nas ideias de Shulman (1987), Earle (2002), Mishra e Koehler (2006), Niess et al., (2009), em relação ao conhecimento profissional docente e, mais especificamente, ao ensino da Matemática em torno das questões do uso das TD na educação contemporânea.

O educador matemático é aquela pessoa que tem de estar sempre aberta ao novo, investigá-lo e ver o que ele representa para o conhecimento matemático. Para tanto, intensifica o uso de *softwares* matemáticos educacionais, jogos, planilhas e imagens. Ora, estudantes atuais, em sua maioria, permeados pela tecnologia, têm possibilidades de se conectar em todo e a qualquer momento. Por isso, o professor de Matemática, na integração das TD à sua prática pedagógica, avança pelas etapas do reconhecimento, da aceitação, da adaptação, da exploração e culmina no avançado.

É importante que os professores conheçam diferentes práticas pedagógicas e sejam capazes de adaptá-las às necessidades específicas dos alunos. Além disso, é fundamental manter-se atualizado sobre novas abordagens e métodos de ensino, a fim de proporcionar uma educação de qualidade.

Nesse contexto, o uso de softwares educativos para o ensino de Matemática proporciona à sala de aula um ambiente em sincronia com o conhecimento fora dos muros da escola, em sintonia com um mundo tecnológico, sobretudo pós-pandemia.

As palavras de Boni (2020) contribuem para ilustrar esta realidade. “Dentro dessa nova realidade, cientistas e pesquisadores se adaptaram para continuar trabalhando e realizando suas atividades. As reuniões passaram a ser online, e os questionários respondidos através do computador ou celular do próprio participante. Essa é a realidade atual do mundo da ciência” (Boni, 2020, p. 13).

Na mesma linha de pensamento, Vasconcelos e Menezes (2020, p. 113) aduzem que “o importante não é simplesmente informar, mas trabalhar as informações, e estas estão sendo veiculadas a todo instante e em todo lugar”. Compreendem que a escola é o lugar de incorporar as TD para a ampliação e a democratização do conhecimento humano.

Certamente, o professor necessita de uma formação continuada, pois instrumentos novos sempre surgem. A formação continuada do professor de Matemática torna-se crucial para aprimorar seu conhecimento, atualizar-se em relação às novas metodologias de ensino e manter-se atualizado sobre os avanços na área. Isso traz desafios para a criação de motivos efetivos que, como pondera Leontiev (2017), significam o movimento cognitivo em direção a objetos e fenômenos de estudo para investigar as experiências sobre a própria prática.

O livro Formação de professores de Matemática e contemporaneidade (Gaspar et al., 2022) endossa o avanço na Educação Matemática,

No entanto, com a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática em 1988 e o investimento na formação de doutores brasileiros em universidades internacionais, cada vez mais a Educação Matemática vem se consolidando como uma linha de pesquisa, com o estabelecimento de cursos de mestrado e doutorado nessa área. Paralelamente, foram instituídas várias oportunidades de cursos de especialização em Educação Matemática, ajudando os professores a complementar sua formação, tanto no conteúdo específico da disciplina, como em estratégias de abordagem e didática específicas para cada conteúdo a ser ensinado (Gaspar et al., 2022, p.10).

De acordo com Shulman (1987), a base de conhecimento pode ser categorizada envolvendo diversos tipos. O autor frisa que o Conhecimento do Conteúdo Pedagógico é a categoria de conhecimento mais importante, porque considera a interseção de conteúdo e pedagogia como sendo a chave para o professor transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente adaptadas às capacidades de aprendizagem apresentadas por seus alunos.

O referido autor expressa, contudo, a existência de outros conhecimentos profissionais exigidos para a base de conhecimento do professor para o ensino, os quais perpassam pelo “[...] conjunto de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições necessários para a educação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem” (Shulman, 1987, p. 4, tradução nossa). Ainda acrescenta que um profissional, para ser professor, deve agregar os conhecimentos do conteúdo pedagógico geral, do currículo, do pedagógico do conteúdo, dos alunos, dos contextos educacionais, das finalidades educacionais (Shulman, 1987).

Os pressupostos teóricos da investigação fundamentam-se no conhecimento do conteúdo e no conhecimento pedagógico do conteúdo, de Shulman (1986), e no conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo – TPACK –, de Koehler e Mishra (2005, 2008). O TPACK é o estudo dos avanços no conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico com a integração com a tecnologia, daí ser fundamental para esta pesquisa com professores de Matemática.

1.5 Descompactando o TPACK: uma exploração dos sete conhecimentos essenciais

Nesta seção, são apresentadas e discutidas algumas ideias de Shulman (1986, 1987), com ênfase no conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo, que serve como base conceitual para a construção do modelo TPACK. Em seguida, analisamos as contribuições de autores como Mishra e Koehler (2006), Niess et al. (2009) e Mishra, Koehler e Henriksen (2011), que têm sido fundamentais na elaboração do TPACK e continuam a colaborar com pesquisas que promovem a evolução desse constructo teórico.

O TPACK é composto por três componentes principais: Conhecimento do Conteúdo (CK), Conhecimento Pedagógico (PK) e Conhecimento Tecnológico (TK). É importante ressaltar as intersecções entre esses conhecimentos, que incluem o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) e o Conhecimento Tecnológico da Pedagogia (TPK). Essas intersecções representam uma compreensão integrada e interdependente dos conhecimentos necessários para o ensino com o uso de tecnologias (Mishra; Koehler, 2006).

Nesse contexto, Mishra e Koehler (2006) introduzem o conceito de conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK), que enfatiza as conexões, interações e

limitações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Mishra; Koehler; Henriksen (2011) afirmam que o estudo dos sete conhecimentos essenciais do TPACK é crucial para a formação de professores de Matemática.

Eles propõem que, “utilizando a estrutura TPACK, é possível desenvolver sete hábitos mentais transdisciplinares — ou ferramentas cognitivas — necessárias para o sucesso no novo milênio, além de exemplificar como os professores têm reaproveitado as tecnologias digitais para implementar essas ferramentas cognitivas” (Mishra et al., 2011, p. 2, tradução nossa).

Isso implica que, além de uma análise isolada de cada componente, é preciso considerar suas intersecções. Tal abordagem permite uma compreensão mais profunda das complexas relações entre os três componentes principais: conteúdo, pedagogia e tecnologia. Consequentemente, favorece a construção de estratégias específicas para diferentes contextos de ensino, seja individual ou coletivos.

Dessa forma, o TPACK conceptualiza o conhecimento profissional do professor necessário para uma integração efetiva da tecnologia na educação. A propósito, seu desenvolvimento abarca um processo complexo, dinâmico e flexível, consolidado pela articulação de múltiplos domínios do conhecimento profissional docente.

1.5.1 Conhecimento de Conteúdo

O conhecimento de conteúdo (CK — *Content Knowledge*), os pesquisadores Koehler e Mishra (2005) o compreendem como sendo o objeto de ensino escolar regular e aqui exemplificamos como os conteúdos prescritos nas bases curriculares de ensino. Isso corresponde à quantidade e à organização que o professor possui desse conhecimento, bem como à compreensão do assunto a ser ensinado (Koehler; Mishra, 2005). Notadamente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), o Currículo Referência Minas Gerais (CRMG) são documentos que prescrevem os conteúdos que, de fato, necessitam do domínio de diferentes conhecimentos pelos professores para serem ministrados, ensinados e aprendidos.

1.5.2 Conhecimento Pedagógico

O Conhecimento pedagógico (PK – *Pedagogical Knowledge*) é originado de diferentes campos, a saber: pedagogia, didática, currículo, e se aplica ao ensino e aprendizado do aluno.

São práticas voltadas para a compreensão de aspectos cognitivos de como os alunos aprendem, a gestão da sala de aula, a avaliação dos alunos, as finalidades, as estratégias, os objetivos e os valores educacionais. Mishra e Koehler (2006) definem o conhecimento pedagógico da seguinte maneira: “Conhecimento pedagógico é um profundo conhecimento sobre os processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem e como se envolvem, entre outras coisas, em geral, propósitos educacionais, valores e objetivos” (Mishra; Koehler, 2006, p. 1026, tradução nossa).

1.5.3 Integrando conhecimentos — conteúdo e pedagogia

A integração entre conhecimento de conteúdo e pedagogia contribui sobremaneira para o desenvolvimento de práticas educacionais eficazes. Essa integração não se limita ao domínio do conteúdo a ser ensinado, pois abrange a compreensão dos processos de aprendizagem dos alunos e viabiliza a adaptação das estratégias de ensino e avaliação às necessidades individuais e coletivas da turma.

Conforme Shulman (2005, tradução nossa), o termo "conteúdo" refere-se ao conhecimento que está sendo transmitido, enquanto "pedagogia" diz respeito às estratégias e aos métodos de ensino empregados para facilitar a aprendizagem desse conhecimento. Uma abordagem pedagógica eficaz considera não apenas o que está sendo ensinado, mas também como os alunos aprendem de maneira mais eficaz, suas necessidades individuais e o contexto educacional em que estão inseridos.

A interseção entre os Conhecimentos Pedagógicos e de Conteúdo (PCK) foi descrita como a forma de representar e formular o conhecimento do assunto, o conhecimento que torna o assunto compreensível para os alunos (Shulman, 1986, 1987; Wilson; Shulman; Richert, 1987). Ao integrar conteúdo e pedagogia, os educadores podem criar experiências de aprendizagem significativas e engajadoras para os alunos.

[...] os tópicos mais regularmente ensinados na área de estudo, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações mais poderosas... incluindo uma compreensão do que torna a aprendizagem de conceitos específicos fácil ou difícil: os conceitos e preconceitos que estudantes de diferentes idades e origens trazem consigo para a aprendizagem (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

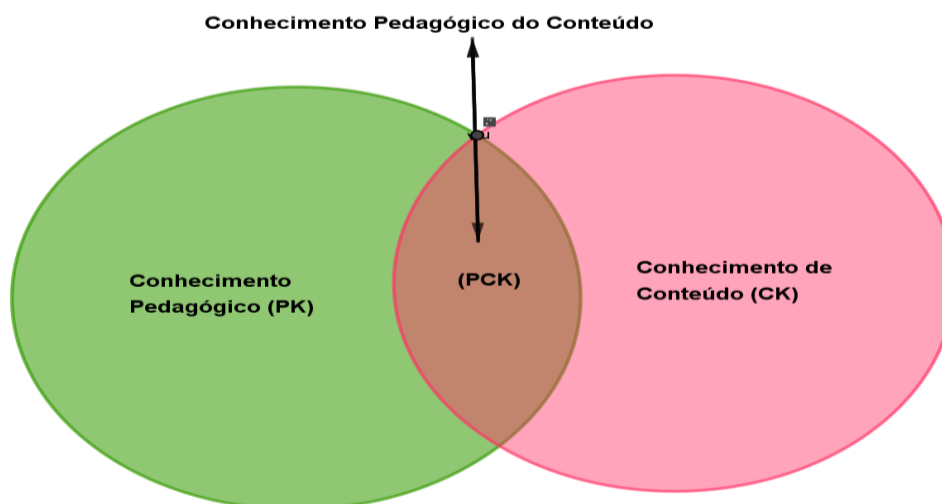
Na interseção entre conteúdo e pedagogia, o estudo diz respeito ao conhecimento sobre

como ensinar efetivamente conceitos matemáticos – seleção de estratégias de ensino, desenvolvimento de materiais didáticos e compreensão das dificuldades dos alunos com determinados conceitos matemáticos. Em vista disso, fica explícito que o Conhecimento de Conteúdo precisa de suporte relacionado diretamente à ação de ensinar com conhecimentos necessários à prática docente e à aprendizagem.

1.5.4 Conhecimento pedagógico do conteúdo

Segundo Shulman (1986), o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK – *Pedagogical Content Knowledge*) é a intersecção do Conhecimento de Conteúdos e do Pedagógico (Fig. 3). O Conhecimento do conteúdo se refere aos conteúdos disciplinares, entre eles, aqueles prescritos nas propostas curriculares, tais como a BNCC.

Figura 3 - Representação do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo



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

O Conhecimento pedagógico se relaciona à gestão da sala de aula, da aprendizagem e da avaliação, ou melhor, diz respeito ao entendimento profundo que os educadores têm sobre como ensinar e facilitar a aprendizagem dos alunos.

Tal conhecimento envolve o conhecimento sobre teorias de aprendizagem, desenvolvimento cognitivo, estratégias de ensino, métodos de avaliação, gestão de sala de aula e adaptação do currículo para atender às necessidades dos alunos.

Nesse contexto, Tardif (2014), afirma que a relação dos docentes com os saberes integra

"um saber plural, formado por um amálgama mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais" (Tardif, 2014, p. 36).

Diante disso, o conhecimento pedagógico é essencial para a prática educacional eficaz, já que oportuniza que os educadores planejem e implementem atividades de ensino que promovam o aprendizado significativo e o desenvolvimento integral dos alunos.

Segundo Oliveira e Lopes (2020), "O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo é constituído pelas interpretações e transformações que o professor, em determinado contexto, realiza no conteúdo disciplinar para facilitar a aprendizagem do aluno" (Oliveira; Lopes, 2020, p. 54).

Adentrando nesta intersecção o professor é capaz de perceber quais estratégias de ensino são as mais convenientes para cada conteúdo e a sua elaboração e, ao ter um domínio desse conhecimento, tem a possibilidade de colocar em prática uma intervenção assertiva no processo de ensino e aprendizagem (Mishra; Koehler, 2006).

Segundo Niess et al., (2009, p. 6, tradução nossa), "Um exame do PCK dos professores de Matemática no final da década de 1980 e início da década de 1990 revelou uma concepção abrangente de que as crenças dos professores sobre como ensinar Matemática estavam alinhadas com como aprenderam Matemática".

Por mais que esse período contemple argumentação a respeito do avanço das tecnologias na Educação Matemática, o período de 1980 a 1990 trata-se da primeira fase das tecnologias digitais (Borba; Silva; Gadanidis, 2020, p. 37). "Em nossa perspectiva, uma nova fase surge quando inovações tecnológicas possibilitam a constituição de cenários qualitativamente diferenciados de investigação Matemática; quando o uso pedagógico de um novo recurso tecnológico traz originalidade ao pensar-com-tecnologias". Embora alguns professores tenham adotado o uso de calculadoras gráficas, planilhas e *softwares* como Logo e Geometric Supposer, que eram os recursos tecnológicos do momento, muitos não o fizeram.

Nessa fase a possibilidade de implementar laboratórios de informática nas escolas começou a ser cogitada. Borba e Penteado (2002, p. 241) apontam que, nos anos 1980,

professores defendiam a ideia de que o uso da informática era a solução para entraves relativos à formação de professores e à aprendizagem. Reconhecendo a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas – raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico –, que eram promovidas com o uso de computadores na sala de aula.

Todavia, outros professores repudiavam a ideia, sob o argumento de que eram grandes os obstáculos quanto ao acesso, ao custo, à manutenção dos equipamentos e de que havia um risco de provocar a desvalorização da profissão docente.

1.5.5 A face oculta da tecnologia: riscos e vulnerabilidades

Devemos refletir, analisar e posicionar como professores de Matemática, para transformar o que deve ser transformado, para incorporar o que tem que ser incorporado, com vistas a se adaptar às características evolutivas de uma sociedade cada dia mais tecnologicamente digital, mas suscetíveis à vulnerabilidade digital.

Nesse sentido, Sánchez, Castillo e Lopes (2023), expressam que as tecnologias digitais (TD) impactam nossa vida, nossa cultura e nossa sociedade como um todo.

Assim sendo, a educação matemática não se isola desses avanços tecnológicos. O que anteriormente era considerado essencial em habilidades matemáticas em entornos físicos de lápis e papel – como desenhar gráficos, resolver equações algébricas, criar construções geométricas, representar dados estatísticos, entre outras – agora pode ser delegado a TD sofisticadas que oferecem funcionalidades como gráficos, computação simbólica, geometria dinâmica, representação métrica, entre outras (Sánchez; Castillo; Lopes, 2023, p. 2).

Embora as TD tenham evoluído, as estratégias para a sua integração eficaz na aprendizagem da Matemática não progrediram tão rapidamente. Mesmo já na quinta fase do avanço das tecnologias na Educação Matemática, percebe-se uma carência nos materiais curriculares e na formação continuada dos professores de Matemática.

A princípio, detalharemos os três conhecimentos que formam a base do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo – TPACK –, de maneira isolada. Seguidamente, eles são agrupados aos pares, com a finalidade de facilitar para o leitor a compreensão das bases teóricas, o *framework* para elaboração do modelo TPACK. Por fim, todos os conhecimentos são trabalhados em unicidade para o entendimento deste referencial teórico.

1.5.6 Conhecimento tecnológico

Conhecimento tecnológico (TK — Technological Knowledge), está em movimento contínuo de acordo com as transformações da sociedade. Periodicamente, deparamo-nos com atualizações das tecnologias, antes mesmo de adquirir uma habilidade já imposta. Muitas vezes, tudo isso é interpretado como consumismo, não postulando um estado final e ideal de habilidades necessárias para a práxis do ensino e da aprendizagem da Matemática. O professor precisa estar atualizado, para acompanhar a sociedade tecnologicamente digital (Mishra; Koehler, 2006).

Porém, para Mishra e Koehler (2006), o termo tecnologia que abordam em seus estudos se refere tanto às atuais TD, como a internet, quanto às antigas tecnologias, como o livro ou quadro-negro, por exemplo. Na verdade, em termos de tecnologias, atual e antigo são termos relativos, devido à revolução tecnológica vivida nos últimos anos.

O termo tecnologia pode se referir à internet e às TD relacionadas, enfatizando sua influência na sociedade, economia, educação, cultura e comunicação. Entretanto, como a internet molda as interações humanas, a disseminação de informações e o funcionamento de várias instituições educacionais sugerem ao professor incorporar na sua prática pedagógica as TD. A esse respeito, Mishra e Koehler (2006) enfatizam:

Conhecimento Tecnológico (TK) é o conhecimento sobre as tecnologias padrão, como livros, giz e quadro negro, e tecnologias mais avançadas, como a internet e vídeo digital. Isto envolve as habilidades necessárias para operar determinadas tecnologias. No caso das tecnologias digitais, o que inclui o conhecimento de sistemas operacionais e hardware, bem como a capacidade de usar conjuntos padrão de ferramentas de software, tais como processadores de texto, planilhas, navegadores e e-mails (Mishra; Koehler, 2006, p. 1027).

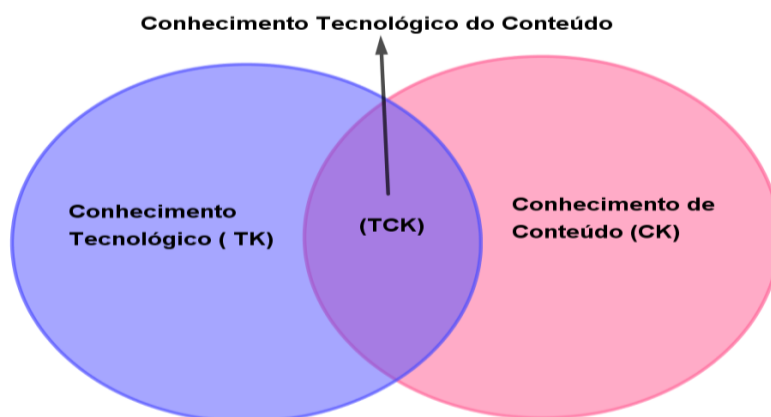
Essa instabilidade das TD, inovação constante dos recursos, exige dos professores que adotem seu uso pedagógico e se tornem aprendizes ao longo de sua vida, daí a necessidade da formação continuada.

1.5.7 Conhecimento tecnológico do conteúdo

O Conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK — *Technological Content Knowledge*) (Fig. 4) estabelece relações com a intersecção entre o Conhecimento do Conteúdo e o

Tecnológico. Compreendem-se por conhecimento tecnológico as tecnologias frequentemente encontradas em sala de aula, desde o quadro negro até as TD, que hoje a sociedade impõe periodicamente, tais como a utilização de softwares computacionais, as lousas digitais. O conhecimento tecnológico envolve a capacidade de saber arquivar e criar documentos, saber instalar, desinstalar e manusear softwares e outros periféricos (Mishra; Koehler, 2006).

Figura 4 - Representação do Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)



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

Para Shulman (1986), “[...] o professor deve ter à mão um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, alguns das quais derivam de pesquisas, enquanto outras se originam na sabedoria da prática” (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa), decidindo qual a melhor forma de ensinar aquele assunto para sua turma.

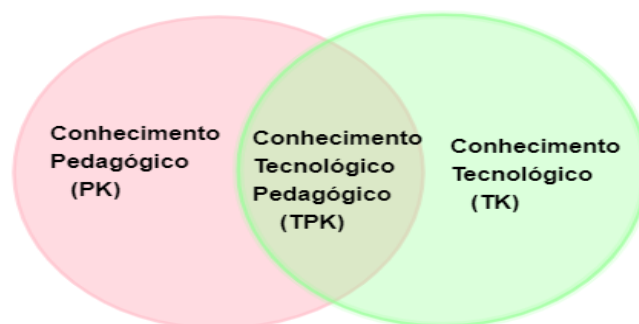
1.5.8 Conhecimento tecnológico pedagógico

O Conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK — *Technological Pedagogical Knowledge*) pode ser definido como a compreensão de qual seja a melhor forma de o professor utilizar determinadas tecnologias para desenvolver os procedimentos de ensino e aprendizagem. Representa a integração da tecnologia com estratégias pedagógicas (Fig. 5), o que inclui saberes pedagógicos e as restrições que cada recurso tecnológico implica para ser utilizado com os projetos pedagógicos da disciplina e como adequar essa tecnologia às estratégias de ensino.

Mishra e Koehler (2006) evidenciam que o conhecimento tecnológico pedagógico integra a habilidade de escolher e reconhecer as ferramentas das TD adequadas para uma atividade. Também é necessário ter o conhecimento das estratégias pedagógicas e saber como

aplicá-las usando as tecnologias.

Figura 5 - Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK)



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

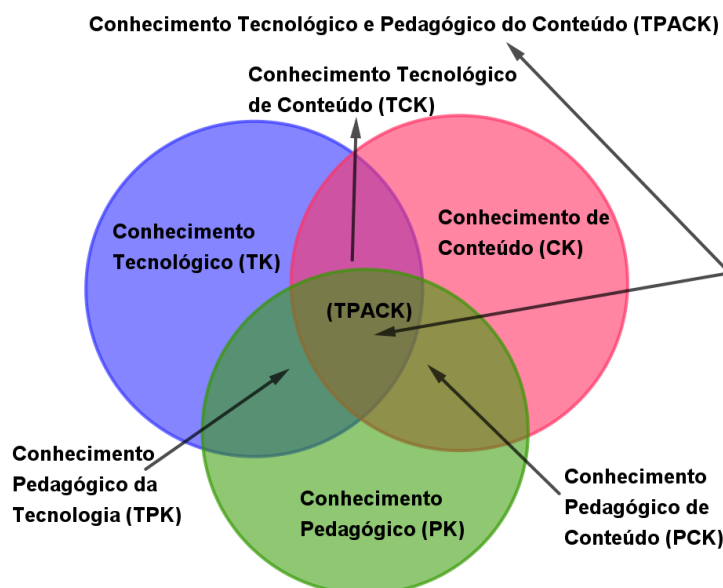
No conhecimento tecnológico pedagógico, presume-se que o educador saiba utilizar ferramentas, tais como, os questionários, o fórum de discussão, as salas de aulas virtuais, os aplicativos disponíveis para preparar suas aulas.

1.5.9 Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo

O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge*) é a junção das três bases de conhecimentos (conteúdo, pedagógico e tecnológico) (Fig. 6). Considera-se a base para desenvolver o que é chamado de um bom ensino e presume-se que os conceitos teóricos sejam representados utilizando as tecnologias, assim como as técnicas e contribuições pedagógicas na execução didática do conteúdo (Mishra; Koehler, 2006).

O TPCK foi reformulado como TPACK, ou o pacote total necessário para integrar tecnologia, pedagogia e conhecimento de conteúdo na concepção de instruções para pensar e aprender Matemática com tecnologias digitais (Niess, 2008; Thompson; Mishra, 2007). A inserção da letra A no TPCK, teve o caráter de configurar esse conjunto de conhecimentos como um pacote completo e necessário à formação inicial ou continuada dos professores de Matemática e facilitar a pronúncia.

Figura 6 - Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo



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

Resta esclarecido que as TD concorrem positivamente para o ensino e para ajudar os alunos a desenvolverem novas epistemologias ou fortalecer as existentes, bem como auxiliar o professor no exercício da sua profissão. Desse modo, a escola precisa transcender a um simples lugar de apenas quadro e giz e ir além, incorporando a cultura digital, diante desse aceleração tecnológica, conforme afirmam Sunaga e Carvalho (2015):

Com o avanço das TD e a consequente facilidade de acesso à informação, a escola já não é a única fonte de conhecimento disponível para as pessoas. Por meio do desenvolvimento dos computadores, smartphones, tablets e internet, pode-se aprender em qualquer lugar e a qualquer hora. Contudo, o papel da escola não termina, mas se expande, e cabe a ela direcionar e capacitar os alunos a explorar responsavelmente esses novos caminhos (Sunaga; Carvalho, 2015, p. 211).

Os avanços das TD, segundo os referidos autores, provocaram nas escolas uma estruturação e, em seguida, uma reestruturação dos conhecimentos didáticos. O processo em tela oportunizou experimentar e explorar várias tecnologias; encontrar maneiras eficazes de envolver os alunos e garantir que eles entendam o conteúdo.

O TPACK vai além da simples representação dos conhecimentos que o compõem e suas inter-relações, pois a base do nosso framework é o entendimento de que o ensino

é uma atividade altamente complexa, que se baseia em vários tipos de conhecimentos. Ensinar é uma habilidade cognitiva complexa que ocorre em um ambiente dinâmico e pouco estruturado conecta alunos e professores além das fronteiras físicas, desenvolve o senso crítico (Mishra; Koehler, 2006, p. 1020, tradução nossa).

À medida que a tecnologia, os alunos, os professores e os contextos de sala de aula mudam, o TPACK fornece uma estrutura dinâmica para visualizar o conhecimento dos professores necessário para a concepção do currículo e do ensino centrado na preparação dos seus alunos para pensar e aprender Matemática com TD.

Se os professores quiserem aprender como criar um ambiente positivo que promova a resolução colaborativa de problemas, incorpore a tecnologia de uma forma significativa, convide a exploração intelectual e apoie o pensamento dos alunos, eles próprios devem experimentar a aprendizagem em tal ambiente (NCTM, 2007, p. 119).

Diante disso, o profissional de ensino precisa dominar os três campos de conhecimento e suas relações e, quando se faz necessária uma atualização de um deles, implica que se repensem os demais. Logo, o TPACK representa a máxima conexão entre os sistemas teóricos que compõem o framework proposto por Mishra e Koehler (2006).

Assim, o *framework* TPACK enfatiza as conexões existentes nas bases de conhecimentos que o compõem. A saber, conexões com as tecnologias, abordagens pedagógicas específicas e conteúdos curriculares, conceituando como esta tríade pode interagir para produzir o ensino baseado em tecnologias educacionais.

1.6 Explorando o TPACK na Educação Matemática

Shulman (1986) salienta que, para o professor, não necessariamente um método, uma técnica são imprescindíveis, mas compreender como as pessoas deveriam aprender a Matemática e o que precisavam compreender para ensiná-la, pois a docência, assim como qualquer outra profissão, exigia uma articulação entre o conhecimento específico (conteúdo) e a prática (instrução). Conforme abordado anteriormente, o referido autor propôs três categorias teóricas de conhecimento presentes no desenvolvimento cognitivo do professor: Conhecimento do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e Conhecimento Curricular.

Niess, Sadri e Lee (2007) propõem um modelo de desenvolvimento do TPACK para professores de Matemática, inspirado no modelo de Rogers (1995), originalmente apresentado

em 1962 no contexto da difusão social de inovações. Segundo Rogers (1995), esse modelo descreve cinco estágios que uma pessoa percorre ao decidir adotar ou rejeitar uma inovação.

Niess et al. (2009) adaptaram o modelo de Rogers (1995) para o contexto de professores de Matemática, considerando os níveis de manifestação dos conhecimentos do TPACK. Por meio deste *framework*, foi possível identificar que os professores avançaram ao longo das cinco fases desse processo de desenvolvimento

1. *Reconhecer* (conhecimento) – os professores são capazes de utilizar a tecnologia e reconhecem o alinhamento dela com o conteúdo matemático, mas não integram a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática.

2. *Aceitação* (persuasão) – os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável em relação ao ensino e à aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

3. *Adaptação* (decisão) – os professores se envolvem em atividades que levam à escolha de adotar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

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

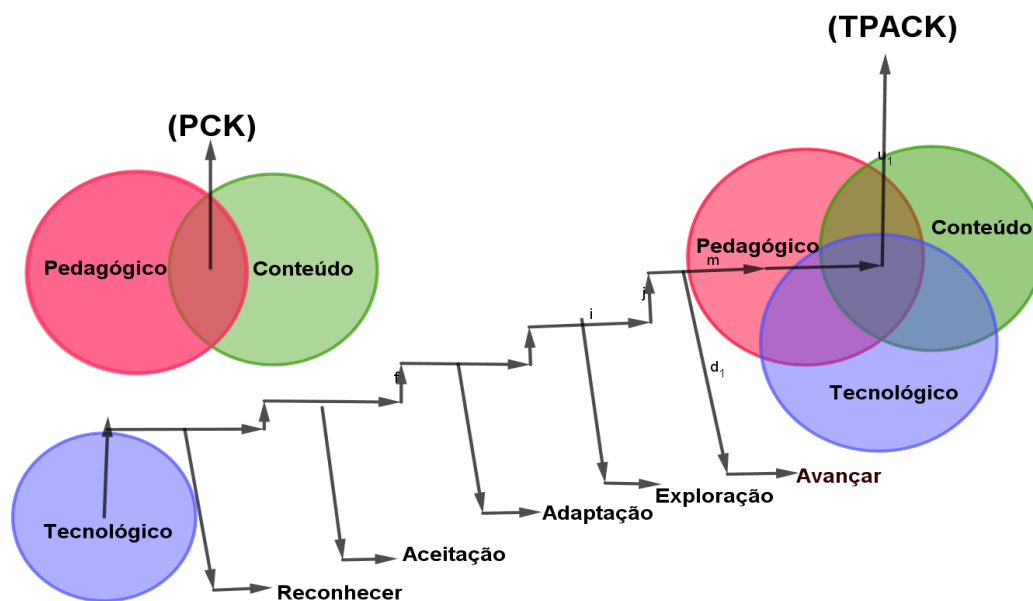
5. *Avançar* (confirmação) – os professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia adequada.

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 do ensino fundamental e médio, com sede nos EUA, criou uma descrição visual para pensar os níveis do TPACK. A (Fig. 7) descreve os níveis nos quais os professores se envolvem à medida que aprimoram os seus conhecimentos. À proporção que desenvolve o conhecimento da tecnologia, a base de conhecimentos dos professores que ascende é o conhecimento descrito como TPACK, é o momento em que os professores estão ativamente envolvidos na orientação da aprendizagem Matemática dos alunos com a tecnologia.

A trajetória parte do **Reconhecimento** (primeiro estágio), onde o professor toma consciência do potencial das tecnologias no ensino. Segue-se a **Aceitação**, no qual há formação

de uma atitude favorável ou desfavorável em relação ao uso das tecnologias. Nos estágios seguintes, como **Adaptação e Exploração**, os professores começam a implementar e avaliar as tecnologias em suas práticas pedagógicas. O processo culmina no estágio de **Avançar**, no qual a integração das tecnologias já está consolidada e é avaliada para ajustes e melhorias contínuas.

Figura 7 - Descrição visual dos níveis de professores à medida que seu pensamento e compreensão se fundem na forma interconectada e integrada identificada pelo TPACK



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

O Comitê de Tecnologia AMTE decidiu descompactar os níveis dos professores em pensamento e compreensão no processo de desenvolvimento do TPACK, conforme descrito nos Padrões TPACK para Professores de Matemática. Quatro temas principais enquadraram ainda mais o Modelo de Desenvolvimento TPACK do Professor de Matemática: *Currículo e Avaliação; Aprendizagem; Ensino; e Acesso*. Em vez de tratar *Currículo e Avaliação* separadamente, o Comitê de Tecnologia decidiu que deveriam ser agrupados para destacar a ligação entre o processo de tomada de decisão curricular e de avaliação.

A união dos dois temas procura salientar a conexão entre os processos de tomada de decisão relacionados ao *Currículo e à Avaliação*. Um professor pode estar em diferentes níveis no concernente a diferentes aspectos de sua atividade docente; algumas experiências podem fazê-lo regredir ou mesmo pular algum nível.

1.7 Integrando TPACK: um novo olhar sobre currículo e avaliação na Educação Matemática

Quando nos referimos à formação de professores da Educação Básica, particularmente em Matemática, entende-se que há a necessidade de um currículo que instrumentalize o docente para sua prática pedagógica visando formar o discente para atuação profissional, de modo a atuar com excelência no mundo do trabalho no tocante à área de Matemática.

Nessa perspectiva, priorizar a formação continuada do professor é fundamental para desenvolver um bom trabalho em sala de aula e ir além do currículo. De acordo com Schuhmacher (2014), para ocorrer a superação dos obstáculos, é necessário que, nos cursos de formação inicial e continuada, o estudo extrapole currículos e apresente conteúdos nos quais o foco principal é o uso de ferramentas que organizem a prática docente.

Com efeito, é essencial falar do currículo no seu contexto educacional, pois é ele quem vai nortear os conteúdos a serem desenvolvidos. Porém, o currículo não é apenas um campo meramente técnico ou sistemático, por traçar caminhos educacionais, mas um instrumento flexível e crítico, permeado por questões sociais, políticas e econômicas. Sendo assim, os professores devem estar atentos a questões sociais, políticas e econômicas e serem capazes de identificar os componentes que, nos currículos, lhes correspondem.

Com o propósito de contribuir com as concepções de currículo como um conjunto de conteúdos a ensinar, organizados em disciplinas, temas, áreas de estudos, como também o plano de ação pedagógica, fundamentado e implementado num sistema educacional. Segundo Teixeira, Carneiro e Machado (2023), “O currículo é um instrumento indispensável para orientar a prática docente, através dele é possível conhecer os objetivos propostos para a aprendizagem para os alunos” (Teixeira; Carneiro; Machado, 2023, p. 9).

Igualmente Sacristán (2013), em seu livro Saberes e incertezas sobre o currículo, evidencia que “O currículo proporciona uma ordem por meio da regulação do conteúdo da aprendizagem e ensino na escolarização moderna, uma construção útil para organizar aquilo do qual deve se ocupar a escolarização e aquilo que deverá ser aprendido” (Sacristán, 2013, p. 19).

Nesse sentido, tomamos o saber como parte intrínseca da ação docente, e o ensinar e aprender serão a prática didática que norteará o processo de ensino e aprendizagem. Tendo em

vista a relação que decorre do conjunto de saberes que fundamentam o ato de ensinar no ambiente escolar. “Esses saberes provêm de fontes diversas (formação inicial e continuada de professores, currículo e socialização escolar, conhecimentos das disciplinas a serem ensinadas, experiência na profissão, cultura pessoal e profissional, aprendizagem com os pares, etc.)” (Tardif, 2014, p. 60).

Neste enfoque epistemológico em *compreender o Currículo e Avaliação na construção de Conhecimentos pedagógico-tecnológicos no processo de integração das TD nas aulas de Matemática*, a ação do professor que ensina Matemática não fica submissa ao currículo. Ora, além de oportunizar mais segurança ao professor em início de processo de integração, os professores poderão refletir sobre possíveis inovações curriculares.

Refletindo que não a práxis, como objeto estático emanado, de um modo coerente de pensar a educação ou as aprendizagens necessárias das crianças e dos jovens, que não se esgotam na parte explícita do currículo. E, para Silva e Mafra (2024), “Ao entrelaçar saberes e práticas, cultivamos uma educação que valoriza a criatividade, a colaboração e a inovação, formando cidadãos capazes de transformar o mundo ao seu redor” (Silva; Mafra, 2024, p. 8).

Paralelamente, entende que sempre houve uma educação tradicional que, ao introduzir essas ferramentas, gerou controvérsia entre educadores que já possuem um método estabelecido para ensinar. São muitas as reflexões a serem realizadas quando discutimos currículo, TD e avaliação. Logo:

No tocante à formação de professores da Educação Básica, particularmente em Matemática, as discussões acadêmicas continuam recorrentes e suscitam questões em relação a lacunas provenientes da formação inicial, dentre as quais são mencionadas: distanciamento entre teoria e prática, predominância do ensino tradicional, restrição e lacunas nos conhecimentos dos professores e uso reduzido das tecnologias da informação e da comunicação direcionadas ao contexto educacional (Camelo, 2020, p. 16).

Com o advento da internet, é fato que a informática vem se introduzindo na sociedade e na educação, provocando a implementação de um cenário tecnológico que implica uma nova lógica, novos conhecimentos, nova linguagem e novas maneiras de aprender e de se situar no mundo. Entretanto, como esta pesquisa é um convite à reflexão sobre as influências das TD proporcionando inovações curriculares na educação Matemática. Deixo aqui uma instigante

frase de Pasolini (1990, p. 132), em seu livro *Jovens infelizes*: "Não se pode ensinar se, ao mesmo tempo, não se aprende".

Indubitavelmente, se o professor está preocupado com a sua formação, conseqüentemente, possibilita ao aluno o acesso à informação e ao conhecimento; transformo e permite que ele próprio seja o agente transformador de ambas as histórias. Então, o papel do professor na integração das TD no ensino da Matemática é imprescindível. Agente transformador, ele modela o currículo consoante a realidade e facilita a aquisição do conhecimento a partir das ferramentas tecnológicas.

1.8 Procedimentos

A pesquisa descrita nesta dissertação passou pelo crivo do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), tendo sido aprovado conforme termo substanciado sob a indicação n.º 6.434.630, de 19 de outubro de 2023, e Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n.º 74599923.9.0000.5146, por respeitar os preceitos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos.

Escolhemos desenvolver uma pesquisa predominantemente qualitativa, a qual visa descrever e analisar algum tema pré-definido. Como suporte teórico da metodologia, recorreu-se a autores de referência em metodologia de pesquisa, por exemplo, Minayo, Deslandes e Gomes (2007) e Bardin (2016).

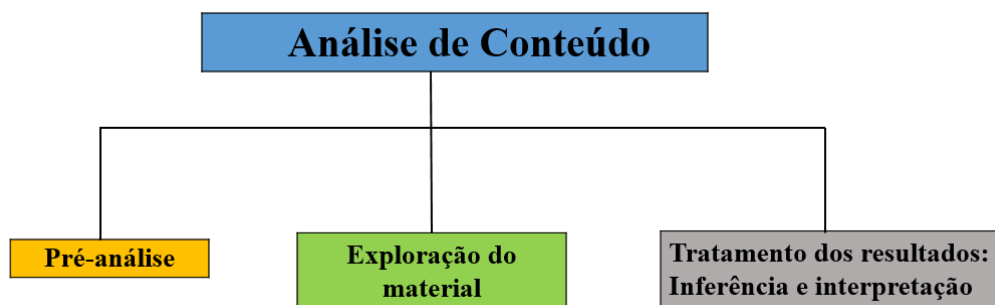
A pesquisa qualitativa tem a intenção de capturar “um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado. Ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (Minayo; Deslandes; Gomes, 2007, p. 21).

De posse das anotações de campo e das entrevistas gravadas, realizamos a análise de conteúdo a partir do extrato do modelo proposto por Bardin (2016), que prevê três etapas cronológicas para a análise de dados conforme Fig. 8: pré-análise, que é a fase de organização dos documentos a serem analisados; exploração do material e tratamento dos resultados; elaboração de indicadores que “fundamentem a interpretação final” (Bardin, 2016, p. 121).

Alguns dos principais métodos e técnicas de pesquisa qualitativa na educação incluem observação participante, entrevistas, estudos de caso, análise de documentos, análise de

narrativas, grupos focais, entre outros. Tais métodos permitem aos pesquisadores coletar e analisar dados detalhados e contextualizados, com o objetivo de compreender perspectivas, valores, crenças, práticas e experiências dos participantes.

Figura 8 - Fases da Análise de Conteúdo



Fonte: Elaboração própria – Adaptado de Bardin (2016).

O paradigma interpretativo destaca a importância de compreender os significados ao explorar o mundo pessoal dos sujeitos (Keller, 2023). Esse paradigma busca interpretar a realidade social a partir da perspectiva dos participantes, valorizando tanto a subjetividade quanto a construção social do conhecimento. Como aponta Keller (2023, p. 29), “foi necessário desenvolver e aplicar abordagens ‘qualitativas’ ou ‘interpretativas’ capazes de tornar acessível a complexidade dos processos de interpretação na área sociológica de estudo”.

1.8.1 Instrumentos de coleta de dados

Para atender ao objetivo do presente estudo, a coleta de dados foi realizada empregando dois instrumentos, em momentos distintos. Primeiramente, ocorreu por meio de um questionário no Google forms (Apêndice V) dividido em duas seções, sendo elas: (a) caracterização do docente; e (b) percepções dos professores frente à formação continuada no processo de ensino e aprendizagem da Matemática com as TD.

O segundo momento se estabeleceu via realização de entrevistas semiestruturadas (Apêndice V) de forma remota, com 28 professores de Matemática da Educação Básica utilizando a plataforma do *Google Meet*.

No intuito de *compreender o Currículo e a Avaliação na construção de Conhecimentos Pedagógico-Tecnológicos no processo de integração das TD nas aulas de Matemática*, por

intermédio da entrevista semiestruturada, elaboramos um questionário com 30 questões, variando de 1 a 5 para cada bloco de resposta da seguinte forma: (1) Reconhecer (conhecimento), (2) Aceitação (persuasão), (3) Adaptação (decisão), (4) Exploração (implementação) e (5) Avançar (confirmação). Com isso, pretendia-se compreender o grau de evidenciação dos saberes do TPACK.

Após a verificação das transcrições, foi possível acessar, pelo framework do TAPCK, informações que confirmassem os saberes atestados pelos professores, bem como as dificuldades em perceber o Currículo e a Avaliação na construção de Conhecimentos Pedagógico-Tecnológicos no processo de integração das TD nas aulas de Matemática.

1.8.2 Análise dos dados

Como critério de análise, valeu-se da análise de conteúdo de Bardin (2016), para quem a expressão “análise de conteúdo” “[...] procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça” (Bardin, 2016, p. 44).

Assim, a análise de conteúdo de Bardin (2016) caracteriza um conjunto de técnicas de análise das comunicações que almeja captar os significados implícitos, as intenções subjacentes e os contextos culturais e históricos que influenciam a comunicação. A análise profunda vai além do texto superficial, investiga fatores como emoções, ideologias e estruturas de poder que podem estar refletidas ou escondidas nas palavras.

E, o critério utilizado foi análise de conteúdo temática por frequência de Bardin (2016).

Pré-análise – primeira fase da análise de conteúdo

É a primeira etapa que Bardin (2016) apresenta para a organização da Análise de Conteúdo. Para a referida autora, nessa fase, devemos fazer:

a) Uma leitura flutuante do material; b) Seleção dos documentos coletados para a análise (a posteriori); c) Constituição do corpus com base na exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência; d) Formulação de hipóteses e) Preparação do material.

Segundo os recortes dos excertos mais repetidos nas falas dos participantes da pesquisa e na análise do questionário respondido, emergiram as seguintes unidades de análise: 1.

Formação inicial; 2. Tempo de atuação profissional na docência; 3. Crescimento na carreira docente; 4. Gênero; 5. Faixa etária; 6. Modalidade de ensino de sua graduação em Matemática; 7. Busca pelo conhecimento; 8. Conhecimento de recursos tecnológicos como ferramenta de aprendizagem; 9. Credibilidade na incorporação de TD como ferramentas para ensinar e aprender o currículo de Matemática; 10. Preferência por conteúdo em utilizar TD; 11. Abordar o conteúdo utilizando TD; 12. Formação inadequada para o ensino da Matemática usando tecnologias digitais; 13. Falta de tempo para estudar em função do trabalho; 14. Falta de domínio das TD; 15. Preferência por avaliações; 16. Falta de recursos, manutenção e suporte técnico; 17. Atitudes comportamentais do aluno; 18. Integração com o currículo.

Nota-se que as unidades foram definidas e o que prevalece é a objetividade e sistematização do processo.

Segunda fase da Análise de Conteúdo

Com a aplicação da análise de conteúdo (AC), a partir dos fragmentos ou unidades obtidas na 1ª fase da análise dos dados, foram realizados agrupamentos ou a classificação em blocos das unidades de codificação, caracterizando o que Bardin (2016) define como exploração do material, ou categorização. As categorias foram construídas levando em conta suas qualidades de exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade, fidelidade e produtividade.

Por meio do estabelecimento da exploração do material (Bardin, 2016), também nominados de categorização, foi possível a construção (a priori) de três categorias de análise.

a) Categoria 1: perfil dos participantes.

A construção desta categoria se deu pelo agrupamento de 6 unidades emergentes, que correspondem à formação inicial; a tempo de atuação profissional na docência; a crescimento na carreira docente; a gênero; à faixa etária; à modalidade de ensino de sua graduação em Matemática. Essas informações possibilitam conhecer o investimento na busca de conhecimento, pela sua formação continuada, além da atuação profissional de cada participante.

b) Categoria 2: Professores capazes de explorar o currículo, dispostos a fazer mudanças para incorporar as TD, em função das capacidades tecnológicas.

Esta categoria foi construída para identificar o que levou cada professor a integrar TD à sua práxis. Dessa forma, considerou-se o agrupamento das seguintes unidades emergentes na análise das falas dos professores: busca pelo conhecimento; conhecimento de recursos tecnológicos como ferramenta de aprendizagem; credibilidade na incorporação de TD como ferramentas para ensinar e aprender o currículo de Matemática; preferência por conteúdo em utilizar TD; abordar o conteúdo utilizando TD.

c) **Categoria 3:** Dificuldades encontradas na compreensão do currículo e na avaliação voltada para a construção de conhecimentos matemáticos com a integração das TD.

A construção prévia desta categoria ocorreu pela percepção de que toda formação continuada exige alguns sacrifícios para sua realização. Além disso, foram analisadas as repetições nas falas dos professores quando se referiam aos dilemas: formação inadequada para o ensino da Matemática usando TD; falta de tempo para estudar em função do trabalho; falta de domínio das TD; preferência e estratégias nas avaliações; falta de recursos, manutenção e suporte técnico; atitudes comportamentais do aluno; resistência a mudanças; integração com o currículo.

As três categorias construídas são apresentadas a seguir, as quais contêm os principais excertos de falas dos professores entrevistados pesquisados.

Categoria 1: perfil dos participantes

Conhecer as características, a descrição de aspectos dos hábitos dos envolvidos na pesquisa é o primeiro passo na análise do conteúdo. Consoante Bardin (2016, p. 34), “Por outro lado, o tratamento descritivo constitui um primeiro tempo do procedimento, mas não é exclusivo da análise de conteúdo”. Com o intuito de garantir o anonimato, os professores participantes deste estudo foram nomeados da seguinte forma: P1, P2, P3, ..., P27 e P28; conforme estão organizados no Quadro 2.

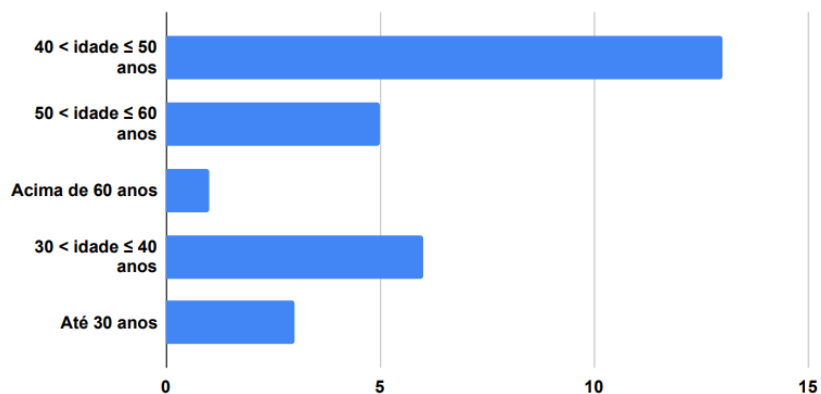
Quadro 2: Perfil dos professores entrevistados

Participantes	Sexo	Ano que concluiu a graduação	Modalidade de ensino da graduação	Maior titulação	Preferência pelos formatos de leitura
P1	F	2009	Semipresencial	Especialização	Física
P2	F	1992	Presencial	Especialização	Digital
P3	M	2011	Presencial	Especialização	Física
P4	M	2017	Presencial	Graduação	Física
P5	F	2012	Semipresencial	Especialização	Digital
P6	M	2020	Presencial	Especialização	Digital
P7	F	2007	Presencial	Graduação	Física
P8	F	2002	Presencial	Especialização	Física
P9	F	2022	EAD	Graduação	Física
P10	F	2008	Presencial	Especialização	Digital
P11	M	2023	Semipresencial	Graduação	Física
P12	F	2015	Presencial	Especialização	Física
P13	F	2013	Presencial	Especialização	Física
P14	M	2023	Semipresencial	Graduação	Digital
P15	M	2003	Semipresencial	Graduação	Física
P16	F	2022	EAD	Graduação	Digital
P17	F	1996	Presencial	Especialização	Física
P18	F	2012	Presencial	Especialização	Física
P19	M	2000	Presencial	Especialização	Digital
P20	F	2010	Semipresencial	Especialização	Digital
P21	F	2014	Semipresencial	Especialização	Digital
P22	M	2003	Presencial	Especialização	Digital

Participantes	Sexo	Ano que concluiu a graduação	Modalidade de ensino da graduação	Maior titulação	Preferência pelos formatos de leitura
P23	F	2001	Presencial	Especialização	Física
P24	F	2010	Semipresencial	Especialização	Física
P25	M	2016	Presencial	Graduação	Digital
P26	F	2003	Semipresencial	Especialização	Digital
P27	M	2024	Semipresencial	Graduação ¹	Física
P28	M	2013	Presencial	Especialização	Física

Fonte: Elaboração própria.

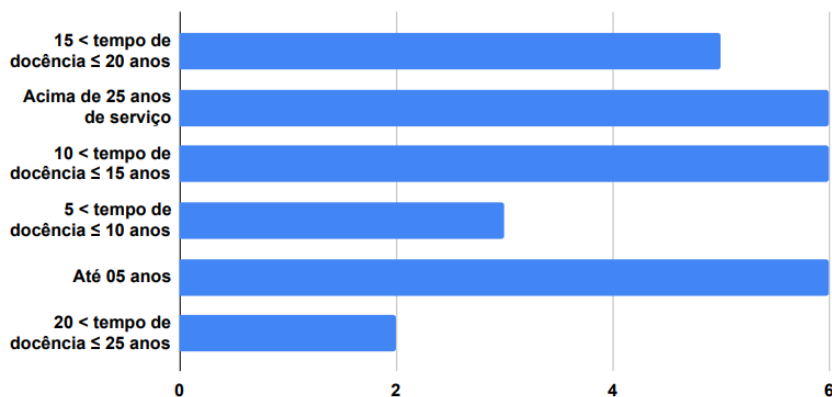
Gráfico 1: Faixa etária dos professores entrevistados



Fonte: Elaboração própria.

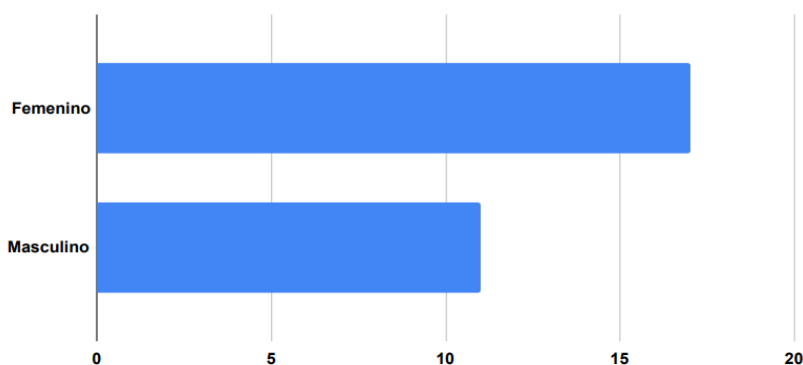
¹ O docente P27 é graduado em Administração de Empresas, portanto não é habilitado para lecionar Matemática.

Gráfico 2: Tempo de docência dos professores entrevistados na Educação Básica em Matemática



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 3: Representação dos professores participantes da entrevista quanto ao gênero



Fonte: Elaboração própria.

Analisando os gráficos anteriores, verificamos que a idade média dos professores participantes da entrevista é de 43 anos. A maioria deles são mulheres, que constitui de 60,7% do total dos participantes da entrevista. E sobre a formação (Quadro2), todos possuem graduação em Matemática, com exceção do P27, que possui sua graduação em Administração.

Em se tratando do TPACK dos professores de Matemática em uma pesquisa qualitativa, Teixeira e Torisu (2023) propõem a necessidade de um olhar crítico sobre situações de discriminação contra a mulher, inclusive em Matemática,

A história da humanidade tem nos apresentado exemplos de preconceitos contra as mulheres, de forma quase sistemática, somente por serem mulheres. São frágeis demais, sensíveis demais e menos aptas a algumas funções. Mulheres são subservientes. Mulheres são menos inteligentes que os homens. Mulheres não “dão para exatas”. Mulheres são limitadas para aprender Matemática (Teixeira; Torisu, p. 17, 2023).

Quadro 3: Análise das falas: Currículo, Avaliação e Tecnologias na Educação Matemática.

Unidades de Registro	Exemplos de narrativa dos professores	Frequência	Sub categorias	Categorias de Análise
1 - Formação continuada	<i>A formação que a gente tem, ela não é tão boa, a gente aprende mais na prática mesmo, então eu vou atrás e vou aprender. Fiz curso da escola de formação, o Google for Education. (P26)</i>	19	Integração com o currículo	2 - Professores capazes de explorar seu currículo, dispostos a fazer mudanças para incorporar as TD, em função das capacidades tecnológicas.
2 - Recursos tecnológicos	<i>Uma calculadora Matemática que para mim, achei maravilhosa foi a experiência com o Symbolab, também gosto do GeoGebra muito, embora eu seja leiga com GeoGebra. (P16)</i>	18		
3 - Ofertar as TD no ensino da Matemática	<i>Dá para levar o menino no laboratório e ele mesmo criar plano cartesiano, ver os sólidos geométricos, né? No GeoGebra (P17).</i>	6		
4 –Avaliação baseada em competências digitais.	<i>A gente leva para sala de informática a gente avalia o comportamento, o conteúdo aprendeu, como ele está utilizando as ferramentas da melhor forma. (P18).</i>	12		
5 - Aborda o conteúdo utilizando TD	<i>Alguns tópicos que são abordados no currículo eles dão essa abertura, né? Para a gente usar a tecnologia, mas vejo ainda que não são todos (P21).</i>	21		
1 - Formação inadequada	<i>Então, hoje a gente sabe que existe a escola de formação que o Estado dá, mas eu acho tão fraca, tão pouquinha para o que a gente precisa, a capacitação é tão fraca” (P22).</i>	11		3 - Dificuldades encontradas na compreensão
2 - A carga horária e o uso das TD	<i>A nossa realidade não sobra tempo, devido às deficiências das reuniões. Tenho dois cargos, tem os módulos, né? (P13)</i>	6		

Unidades de Registro	Exemplos de narrativa dos professores	Frequência	Sub categorias	Categorias de Análise
3 - Falta de recursos, manutenção e suporte técnico	<i>As ferramentas são poucas, não é o suficiente para trabalhos individuais. Você tem que estar trabalhando mais em grupo. Na maioria das vezes a internet da escola não ajuda muito (P8).</i>	11	Desigualdade de digital e o impacto nas avaliações	do currículo e na avaliação voltada para a construção de conhecimentos matemáticos com a integração das TD
4 - Atitudes comportamentais do aluno	<i>Dificuldade que eu acho é justamente essa, quando você fala com os alunos que é para eles usarem o computador, celular internet, ele já associa isso a diversão, distração, entretenimento, eles não ligam essa informação diretamente a aula ao conteúdo ao conhecimento (P16).</i>	13		
5 - Resistência a mudanças	<i>Fui formado da maneira antiga e eu aprendi foi sentando e fazendo exercícios, né? (P15).</i>	8		

Fonte: elaboração própria – Coleta de dados, 2024.

As professoras estão quebrando paradigmas e, cada vez mais, entram para a área da Matemática. Entretanto, os preconceitos resistem e reverberam em comportamentos machistas.

A presença feminina na Matemática transcende a mera contagem numérica, carrega um significado qualitativo profundo e merece ser analisado em suas múltiplas facetas, visto que não apenas superaram as barreiras impostas em seu tempo, mas também alcançaram notoriedade na área do ensino da Matemática.

Em relação às categorias 2 e 3, o Quadro 3 organiza as narrativas dos professores em unidades de registro, destacando exemplos, frequência, subcategorias e categorias de análise relacionadas ao uso das tecnologias digitais (TD) no ensino de Matemática e evidencia desafios e possibilidades na integração das TD.

As categorias mostram que, enquanto há professores explorando recursos tecnológicos de forma criativa, por meio da formação continuada e integrando-os ao currículo (19 ocorrências), muitos enfrentam limitações estruturais e formativas, como falta de formação adequada (11 ocorrências) e ausência de suporte técnico (11 ocorrências). Além disso, questões

como carga horária sobrecarregada e dificuldade em incorporar TD no processo avaliativo também emergem.

Por outro lado, a resistência às mudanças, com 8 ocorrências, demonstra que há uma necessidade de sensibilização e motivação para superar barreiras e avançar na adoção de práticas mais integradas e significativas com as TD no ensino de Matemática.

Terceira fase da Análise de Conteúdo

Em consonância com os pressupostos da Análise de Conteúdo na 3ª fase de sua aplicabilidade, tomaram-se como ponto de partida os agrupamentos realizados nas fases anteriores e as produções escritas foram novamente analisadas. Inferências puderam ser feitas na reconstrução do texto e, quanto a currículo e à avaliação, revelaram informações acerca da forma como os professores descreveram o desafio no enquadramento da tecnologia no currículo escolar, em articular este CK com o TK, bem como lidar com avaliação de aprendizagem quando se integra o uso das TD (Bardin, 2016).

1.8.3 Inferência e interpretação

Categoria 1: perfil dos participantes: a de análise dos mostrou que os professores (P4), (P11), (P20) e (P26) trabalham em duas escolas selecionadas para a pesquisa. Todos são licenciados em Matemática, com exceção do P27, que é Bacharel em Administração de Empresas. Nove professores também têm especialização lato sensu.

A análise dos dados revela que o tempo de atuação na docência não determina, por si só, o grau de manifestação dos saberes relacionados ao TPACK. Para ilustrar, destacamos as falas do professor P(15), graduado em 1992, e do professor P(27), que ainda está cursando a graduação. Nesse contexto, Lima e Morais (2020) afirmam que "ter pouca, alguma ou muita experiência na docência produz profundas implicações na elaboração, evocação e compreensão da narrativa de si, dos percursos trilhados e dos múltiplos atravessamentos que ocorrem na vida do professor" (Lima e Morais, 2020, p. 4). Assim, apresentamos as experiências e perspectivas de P(15) e P(27).

Algumas aulas na área de informática que a gente teve são aplicativos que hoje nem dá para usar mais são softwares muito antigos. Por exemplo, eu aprendi trabalhar geometria usando Cabri Géomètre, não

sei se você conhece. Para nós na época, era o bom para você trabalhar a geometria, circunferência, geométrica no geral. [...] [...] eu por exemplo, tenho meu data show, minhas aulas já levo da minha casa, eu acho que isso não é dificuldade, depende acho que é mais interesse do professor. (Narrativa do Professor P15, 2024)

Nesse momento que estou na graduação, consigo levar algumas coisas de tecnologia que aborda no meu curso para dentro da sala de aula. Como eles tinham muita dificuldade com o Excel, no segundo bimestre a nossa atividade avaliativa foi fazerem um curso de Excel básico. E trazer para mim até dia 21 de Junho o certificado de conclusão. Aí eu levei eles para sala de informática, localizando onde eles fariam o curso que é na Fundação Bradesco, curso com certificado e gratuito. (Narrativa do Professor P27, 2024)

As narrativas dos professores revelam diferentes perspectivas e práticas no uso de tecnologias digitais na educação. O Professor P15 reflete sobre o descompasso entre o aprendizado de ferramentas tecnológicas ultrapassadas e a necessidade de atualização constante para acompanhar a evolução das tecnologias educacionais. Além disso, destaca sua iniciativa em utilizar equipamentos próprios para as aulas, reforçando a ideia de que o interesse do professor é um fator determinante na integração tecnológica.

Por outro lado, o Professor P27 ilustra uma abordagem prática e contextualizada ao introduzir o uso do Excel como ferramenta de aprendizagem, associando a atividade a um curso gratuito e certificado, demonstrando como a formação docente pode promover práticas pedagógicas inovadoras e relevantes. Essas narrativas sublinham a importância do interesse individual aliado a estratégias pedagógicas atualizadas para uma integração significativa da tecnologia no ensino.

Nesse contexto, Shulman (2005) destaca a importância de,

Incorporar os aspectos do conteúdo mais relacionados com sua possibilidade de ser ensinado. Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo, e respeito dos temas de uma atribuição que se transmite mais em geral, inclua as formas mais úteis de expor as ideias, as melhores analogias, descrições, exemplos, explicações e demonstrações; em breve, as formas de apresentar e expor um tema para que outros o entendam” (Shulman, 2005, p. 212, tradução nossa).

Os professores demonstram comprometimento com a arte de ensinar, enfrentando desafios e adquirindo experiência, evidenciando que o tempo não é um limite para o desenvolvimento profissional. Além disso, os dados revelaram que alguns professores atuam em duas escolas, o que é percebido como uma barreira para a participação em formações continuadas, como ressalta o Professor P28:

Olha, o ideal seria isso, só que ultimamente professor, não sei se você trabalha na rede estadual. Nós estamos vivendo um governo, que de certa forma, ele está pressionando demais o professor, então o professor, ele não tem mais aquele tempo, ainda mais ocupando dois cargos. (Narrativa do Professor P28, 2024)

A Resolução Nacional de Formação Continuada (Resolução, 2020), expressa em seu art. 4º que a formação continuada dos professores do Ensino básico é uma componente essencial da sua profissionalização e que as instituições formadoras têm um papel importante nesse processo. Mas, corroborando com o Professor P28, as instituições não estão colaborando para esta formação.

Outra dimensão importante analisada foi a distribuição dos participantes por gênero. Dos 28 participantes, 17 se declararam do sexo feminino.

No contexto do TPACK aplicado a professores de Matemática, Teixeira e Torisu (2023) destacam a necessidade de um olhar crítico sobre situações de discriminação contra as mulheres, inclusive na área da Matemática. Segundo os autores:

A história da humanidade tem nos apresentado exemplos de preconceitos contra as mulheres, de forma quase sistemática, somente por serem mulheres. São frágeis demais, sensíveis demais e menos aptas a algumas funções. Mulheres são subservientes. Mulheres são menos inteligentes que os homens. Mulheres não “dão para exatas”. Mulheres são limitadas para aprender Matemática. (Teixeira; Torisu, p. 17, 2023).

Diante disso, é pertinente refletir sobre esses preconceitos e, sobretudo, destacar como as professoras têm desafiado esses paradigmas e superado comportamentos machistas que ainda persistem, especialmente na área da Matemática.

Categoria 2: *professores capazes de explorar seu currículo e dispostos a realizar mudanças para incorporar as tecnologias digitais (TD), com base em suas capacidades tecnológicas*

Formação continuada – os professores P12, P16, P17, P18, P20 e P26, buscam aperfeiçoamento e novas práticas docentes na plataforma disponibilizada pela Escola de Formação e Desenvolvimento Profissional de Educadores de Minas Gerais. Conclui-se que os professores estão no nível de adaptação, “os professores estão dispostos a experimentar algumas atividades na sala de aula que normalmente imitam atividades das suas próprias experiências de desenvolvimento profissional” (Niess et al, 2009, p. 9).

Recursos tecnológicos digitais – foram citados os seguintes recursos tecnológicos digitais: Microsoft Excel, o Photomath, o Wordwall, Datashow, o Kahoot, o Canva, o YouTube, o Tik Tok, o Cabri Géomètre, a Symbolab, o AutoCAD, o Tinkercad, o PHET colorado, telefones, tablets, computadores e o *software* GeoGebra, sendo que este último foi mencionado por 9 professores como ferramenta relevante.

Mas, com tantos recursos tecnológicos digitais mencionados temos que agregá-los a nosso favor, em construir conhecimento, corroborando com Conte (2022), “[...]saber ler e escrever ou navegar na internet, mas sim, saber utilizar os diferentes recursos para pensar o cotidiano, promovendo a constante construção do conhecimento” (Conte, 2022, p. 43).

Ofertar as TD no ensino da Matemática – Os professores P16, P17, P25, P26, P27 e P28 selecionam tópicos centrais do currículo para serem explorados com tecnologias digitais (TD). Segundo o nível três de desenvolvimento do TPACK, esses professores demonstram compreender alguns dos benefícios da incorporação de tecnologias apropriadas como ferramentas para o ensino e a aprendizagem da Matemática presente no currículo.

Por outro lado, os professores (P9), (P11) e (P21) estão no nível de persuasão de acordo com os níveis do TPACK para professores de Matemática, embora expressem o desejo de incluírem as TD, enfrentam dificuldade em identificar tópicos do currículo nos quais essa integração possa ser realizada de forma eficaz.

Do mesmo ponto de vista, Santos e Sá (2021), propõem que uma das razões principais para a ausência de mudanças ou benefícios na avaliação do aprendizado está relacionada à dificuldade dos docentes em ensinar utilizando as TD. Concluindo, isso ocorre devido à ausência de capacitação contínua dos docentes para empregar a tecnologia, especialmente a digital, no processo de ensino.

Avaliação baseada em competências digitais – Alguns professores P4, P13, P18, P19 e P26 investigam, implementam e usufrui de tipos diferentes de avaliação baseada no uso das TD. Esses professores encontram-se na fase da implementação ao longo dos cinco níveis do modelo de desenvolvimento do constructo teórico TPACK na área de Matemática (Niess et al, 2009, p. 9).

No entanto, os professores P15, P25 e P28 não utilizam estratégias de avaliação baseadas nas TD, tendo resistência ao seu uso. Conforme Palis (2010), “o nível de conhecimento, o professor resiste à ideia de usar tecnologia em avaliação, apontando que a tecnologia interfere na apreciação da compreensão Matemática do aluno” (Palis, 2010, p. 12).

Aborda o conteúdo utilizando TD – a maioria dos professores pesquisados estão no nível de implementação, com alguns deles analisando diversas TD para incorporar ao conteúdo. Contudo, é evidente que os docentes (P1), (P15) e (P26) não fazem uso das TD, permanecendo, assim, na etapa de conhecimento. Além disso, em consonância com Palis (2010), o educador admite que TD pode auxiliar na formação de significados de conceitos matemáticos contidos no currículo. Entretanto, ainda não faz uso delas.

Categoria 3: *dificuldades encontradas na compreensão do currículo e na avaliação voltada para a construção de conhecimentos matemáticos com a integração das TD*

Notadamente a desigualdade digital é característica da infraestrutura, podendo impactar nas avaliações.

Formação inadequada – constatamos que, ainda ocorre uma formação descontextualizada, e os cursos oferecidos e disponibilizados para os professores não capacitam para atender propostas curriculares, como afirma P22,

“Então, hoje a gente sabe que existe a escola de formação que o Estado dá, mas eu acho tão fraca, tão pouquinho para o que a gente precisa, a capacitação é tão fraca[...].” (P22).

A reflexão do professor sobre sua prática pode guiá-lo a descobrir novos caminhos que atendam às suas necessidades profissionais. No entanto, pode ser apenas uma reflexão, sem ação, já que a ação depende do ambiente e das circunstâncias em que o "ser" professor se encontra (Brito; Oliveira; Vasconcelos, 2019).

Carga horária – os professores afirmaram que, devido aos seus dois cargos, a formação continuada que permite incorporar a TD ao currículo é dificultada. De acordo com Brito, Oliveira e Vasconcelos (2019), ao implementar um programa de formação docente, é fundamental considerar diversos fatores, incluindo as possibilidades e dificuldades presentes no ambiente escolar.

Domínio das tecnologias digitais – foi a dificuldade com maior número de ocorrências, citada pelos participantes desta pesquisa, evidenciada nos textos de (P1), (P4), (P5), (P9), (P10), (P13), (P16), (P23) e (P24). Considerando os níveis do modelo descrito nos Padrões TPACK para professores de Matemática de desenvolvimento desse referencial ao longo dos temas Currículo e Avaliação, alguns professores, como (P1), (P5), reconhecem que a apresentação de ideias Matemáticas com tecnologias pode contribuir, mas não as utiliza.

[...] de implementar na Matemática, eu não vejo isso aqui. Aqui os professores não utilizam ainda. [...] tem meu outro colega, a gente não utiliza. É tanto que eu vou fazer curso sim, para me preparar (Narrativa do Professor P05, 2024).

Noutro giro, temos (P18), que demonstra estar no nível confirmação, haja vista que busca maneiras inovadoras de como usar tecnologia para desenvolver o pensamento matemático dos alunos.

Isso funções a gente utiliza com mais frequências. Expressões algébricas. E às vezes com o teorema de Pitágoras, dá para você fazer alguma coisa utilizando lá a tecnologia [...]. Vídeo aula também a gente passa com explicação, contando a história por exemplo como surgiu, né? (Narrativa do Professor P05, 2024).

Segundo Castro et al., (2023):

Estudos apontam que a utilização das tecnologias digitais impacta positivamente na aprendizagem dos estudantes no componente curricular da Matemática (Rehfeldt; Rezende, 2022; Santos, 2019; Castro; Castro Filho, 2020), pois permitem que a construção do conhecimento seja feita pelo educando com significação, por meio da visualização e da interação de variadas formas de representação (Castro et al., 2023, p. 1).

Apesar dos esforços inovadores, os professores de Matemática ainda não apresentam melhorias substanciais em seus níveis de TPACK, em razão de várias limitações que serão abordadas.

Falta de recursos, manutenção e suporte técnico – destacando a falta de *internet*, essa carência foi exposta por todos os professores entrevistados. Segundo Silva e Mafra (2024), “esses recursos ajudam os alunos a revisitar o conteúdo, e aos professores a criar materiais de apoio mais eficazes. Além de economizar tempo, essas tecnologias ajudam a dar significado ao conteúdo, aumentando o engajamento dos alunos e melhorando sua compreensão” (Silva e

Mafra, 2024, p. 17). Diante do contexto, a prática enfrenta barreiras significativas comprometendo o ensino.

Estratégia nas avaliações com tecnologias digitais – os professores demonstraram pouco uso desses recursos e de acordo com (P14), (P17), (P26), (P27) e (P28), utilizam parcialmente.

Eu vou te falar a verdade, durante a pandemia a gente usava aquele Google forms, beleza, aplicava as provas que tinha, até aquela correção automática foi bacana. Então nós utilizamos, mas no momento que voltou presencial, eu não estou utilizando nas avaliações formativas envolvendo essa questão tecnológica (Narrativa do Professor P28, 2024).

Eu repasso isso, o resultado do SIMAVE, isso eu faço, da avaliação diagnóstica né? Das externas, aquelas que aparecem trimestrais, essas aí eles fazem e eu faço questão de mostrar para eles o resultado (Narrativa do Professor P17, 2024).

Percebemos que, mesmo conhecendo que as TD oferecem ferramentas para criar avaliações diversificadas, fornece feedback personalizado e analisar dados para aprimorar a aprendizagem, não tem implementação eficaz. Visto que requer formação adequada, acesso equitativo e consideração das necessidades específicas de cada aluno e contexto escolar.

Atitudes comportamentais – é notável pelos professores P(04), (P7), (P9), (P10), (P12), (P13), (P16), (P21), (P22) que na visão do aluno o celular e o computador são recursos lúdicos, para diversão e lazer. E nesse sentido, temos o pensamento de Santos e Alves (2018), “Pensando nisso, através do potencial dos jogos digitais seria possível reconstruir a conexão entre Matemática e as situações-problema do mundo real, não só no fazer operações matemáticas, mas também no raciocinar matematicamente” (Santos; Alves, 2018, p. 242).

Com base nas concepções dos professores, podemos dizer que eles, ao compreender a importância do lúdico na aprendizagem dos estudantes, sabe que isso está presente no cotidiano do aluno, mas que em alguns momentos, não aconteceu de forma integrada com a disciplina, de modo que não tiveram uma avaliação satisfatória,

[...] então para mim uma das maiores dificuldades é essa, fazer com que ele tenham interesse naquilo que eu estou ensinando, você volta fecha uma janela do computador, e seguidamente eles abre a janela que querem. Eu tenho que ficar o tempo todo policiando-os. Então é uma dificuldade muito grande deles quererem usar tecnologia na Matemática. Só querem naquilo que é prazeroso para eles no momento (Narrativa do Professor P13, 2024).

Você encaminha ali, eles acabam assistindo. Professor, eu vi o vídeo que você postou. Gostei. Eu tenho o canal no YouTube, canal no Tik Tok e às vezes eu mando meus próprios vídeos, eles acham o máximo, né? Eu acho muito interessante (Narrativa do Professor P14, 2024).

Tem um da Educa Brasil, que eu conheço. Tem um XZ, que eu não engano, eu tenho até salvo aqui no computador, esses são mais simples também, mais introdutórios, para alunos do 6º ano. O GeoGebra eu utilizo com mais frequência, mesmo para reforçar o aprendizados. Quando você pega lá esses joguinhos, por exemplo, os 6º, 7º ou 1º anos, a meninos se divertem e veem como funciona, acaba aprendendo, mesmo se tem dificuldade, acaba buscando aprender para conseguir resolver os problemas dos jogos (Narrativa do Professor P4, 2024).

E segundo Santos e Alves (2018), durante a interação com os jogos digitais, os jogadores tendem a propor soluções para problemas complexos que lhe são apresentados, a estabelecer hipóteses e a criar conjecturas para resolver os problemas de fases posteriores com base no que já conseguiram. Assim, todas essas habilidades elencadas neste processo acabam configurando o pensamento sistêmico da resolução de problemas que está diretamente ligado ao raciocínio lógico-matemático (Santos; Alves, 2018, p. 242).

Resistência a mudanças – os professores P9, P13, P15 e P19 mencionaram resistência, preferindo aulas tradicionais. Corroborando com excertos dos professores vejamos o que disse o P(19):

Acredito são sim, as tecnologias podem promover o aprendizado, mas para ser sincero com você, eu uso mais da tecnologia no preparo das minhas atividades, das minhas aulas, na minha casa. Não necessariamente diretamente em sala de aula, eu gosto mais da aula tradicional. Gosto do meu quadro do pincel. Acho que a Matemática ainda às vezes funciona melhor no tradicional (Narrativa do Professor P19, 2024).

É nessas palavras que enxergamos a necessidade da formação continuada para reinventar e inovar as práticas de ensino. Para Silva e Mafra (2024), “A escuta ativa dos professores permite construir pontes entre o ideal e o possível, transformar frustrações em combustível para a mudança, e unir forças para superar as barreiras que ainda persistem” (Silva e Mafra, 2024, p. 17).

Para Brito, Oliveira e Vasconcelos (2019), fala-se muito em uma formação que atenda às necessidades reais do professor e, para isso, é preciso adequar ao contexto apresentado.

Haja vista que, diante da voracidade em que se produzem informações e conhecimentos, somente a estrutura física da escola e seus recursos didáticos

limitados não garantem o processo de ensino e aprendizagem em sua plenitude. Cabe à escola/professores, buscar novos recursos e metodologias para somar à metodologia tradicional (quadro, giz/pincel e livro didático). (Brito; Oliveira; Vasconcelos, 2019, p. 2).

Integração curricular – foi evidenciada por (P1), (P4), (P8), (P9), (P12), (P13), (P15), (P18), (P19), (P21), (P23) e (P28). Apresentamos a narrativa do professor (P1),

Nessa semana mesmo, eu e o professor Vilson, a gente estava trabalhando, orçamento familiar com os alunos, a gente levou-os para o laboratório, e estudamos matrizes, sabe, no Excel. Eu já participei de um curso técnico também que teve aqui na escola, assim eu já trabalhava bastante com planilhas no Excel, né? É, é muito bom (Narrativa do Professor P1, 2024).

A eficácia da aplicação das tecnologias digitais está diretamente relacionada à formação dos profissionais responsáveis por sua utilização. Muitas vezes, esses profissionais não conseguem integrar adequadamente essas tecnologias ao currículo, o que pode impactar negativamente o desempenho nas avaliações.

Portanto, é fundamental uma formação continuada que inclua um preparo adequado para a utilização dessas ferramentas, visando a melhoria dos resultados educacionais.

1.8.4 Considerações

Em *compreender o Currículo e a Avaliação na construção de Conhecimentos pedagógico-tecnológicos no processo de integração das TD nas aulas de Matemática*, o emprego de TD não é suficiente para garantir uma compreensão completa do currículo e da avaliação. Identificamos necessidade de mudanças significativas. Essas mudanças requerem evolução nos conhecimentos, investimentos em recursos educacionais e desenvolvimento profissional contínuo dos professores, tanto em sua formação inicial quanto em cursos de atualização.

Na verdade, o principal desafio é melhorar a aceitação das TD como ferramenta educacional e a formação continuada precisa estar articulada com a formação inicial, formando um elo, para que ambas mantenham vínculos diretos com a prática profissional. Uma vez que esse uso das TD na Educação não é uma tarefa simples de realizar, urge uma formação continuada para ocorrer uma verdadeira integração entre as TD, o professor e a escola.

Para isso, é fundamental que a formação continuada esteja integrada à formação inicial,

criando um elo que mantenha um vínculo direto com a prática profissional. “Por isso, vale ressaltar a importância em um processo de formação para o uso das tecnologias, a existência de um ambiente virtual onde os professores possam trocar experiências, expor suas ideias e tirar dúvidas” (Brito; Oliveira; Vasconcelos, 2019, p. 13).

Essencial se faz oferecer formações continuadas que desenvolvam a percepção dos professores sobre sua prática, promovendo seu reconhecimento como protagonistas capazes de analisar criticamente o uso das tecnologias de forma significativa para os alunos. Além disso, é necessário implementar projetos pedagógicos que assegurem a consistência e a coerência na utilização das tecnologias, bem como a diversidade de materiais e recursos (Araripe; Lins, 2020).

Diante disso, são necessárias políticas abrangentes e ponderadas para a formação de professores e quebrar paradigmas na integração das TD no espaço escolar. E no que diz respeito a pesquisas futuras, ressalta-se a importância de não omitir os recursos tecnológicos digitais nas escolas para que contemplem o TPACK dos professores de Matemática.

1.8.5 Referências

ANTUNES, Fabrício Mendes; JANUARIO, Gilberto; SANTOS, Francely Aparecida dos. Avaliação de Materiais Curriculares de Matemática, no Contexto da Educação do Campo, Implicada por Affordance e Agência. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 38, p. e230156, 2024.

ARARIPE, Juliana P. G. A.; LINS, Walquíria C. B. *Competências Digitais na Formação Inicial de Professores*. São Paulo: CIEB; Recife: CESAR School, 2020. E-book em pdf.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATISTELLA, Jefferson; LEÃO, Marcelo Franco. Catálogo de Objetos Digitais de Aprendizagem: contribuições para as práticas docentes no ensino de ciências. *Areté -Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v.1 7, n. 31, e22005, jan./jul., 2022.

BONI, Raquel Brandini de. Websurveys nos tempos de COVID-19. *Cadernos de saúde pública*, Rio de Janeiro, RJ, v. 36, n. 7, p. e00155820, 2020.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Mirian Godoy. Pesquisas em Informática e Educação Matemática. In: *Educação em Revista*, Belo Horizonte, nº 36, p. 239-253. Belo Horizonte: 2002.



BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo; GADANIDIS, George. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; JUNIOR, Neil da Rocha Canedo. *Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2022.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. *Informática e educação matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORN, Bárbara Barbosa; PRADO, Ana Pires do; FELIPPE, Janaína Mourão Freire Gori. Profissionalismo docente e estratégias para o seu fortalecimento: entrevista com Lee Shulman. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 45, jan. 2019.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2018.

BRITO, Rosângela C.; OLIVEIRA, Nilomar Vieira de; VASCONCELOS, Elizandra Rego de. Formação continuada de professores de Matemática analisada através de um curso em tecnologias digitais. *Revista Areté / Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, [S.l.], v. 12, n. 25, p. 72-86, jul. 2019. <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1535>. Acesso em: 08 jan. 2025.

CAMELO, Zelia Beserra. *Conhecimentos tecnológicos pedagógicos e de conteúdo na formação do professor de geometria espacial*, 2020, 196 f. (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho. Disponível em: https://www.uece.br/wp-content/uploads/sites/29/2020/09/Dissertacao_ZELIA-BESERRA-CAMELO.pdf. Acesso em: 08 jan. 2025.

CASTRO, Emanuela Moura de Melo; NASCIMENTO, Kátia Romilda Silva do; SALES, Giliane Felismino; SANTIAGO, Silvany Bastos. O uso das tecnologias digitais no ensino de Matemática numa perspectiva construcionista. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 40, 17 de outubro de 2023.

CASTILLO, Luis Andrés; MENDES, Iran Abreu; SÁNCHEZ, Ivonne C. A produção científica sobre tecnologias digitais e história da matemática. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Manaus*, v. 22, n. 36, e24024, jan./dez., 2024. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v22.n36.3856>.

CONTE, Elaine. Educação, Desigualdades e tecnologias digitais em tempos de pandemia. In: RONDINI, Carina Alexandra. (Org.). *Paradoxos da escola e da sociedade na contemporaneidade*. 1. ed., Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2022, v. 1, p. 32-62. <http://dx.doi.org/10.22350/9786559175079>

SANTOS, William de Souza; ALVES, Lynn Rosalina Gama. Jogos digitais: um *level up* para a Educação Matemática brasileira. *Educação, Ciência e Cultura*, v. 23, n. 2, p. 239-252, 2018.

EARLE, Rodney S. The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. *Educational technology*, v. 42, n. 1, p. 5-13, 2002. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/44428716> . Acesso em: 08 jan. 2025.

ESPINDOLA, Elisangela Bastos de Melo; ANDRADE, Vladimir Lira Veras Xavier de; ALBERTIM, Ana Tereza de Souza; SANTOS, Luciana Silva dos. Uso do GeoGebra e formação dos professores de Matemática em Pernambuco-Brasil à luz da A.S.I. In: *Analyse Statistique Implicative: Points de vue conceptuels, applicatifs et métaphoriques. Actes du 9ème colloque d'Analyse Statistique Implicative*. Besançon: Université Bourgogne Franche-Comté, 2024. p. 194-211.

GASPAR, José Carlos Gonçalves; COSTA, Cláudio Bispo de Jesus da; SILVA, André Luiz Souza; BASTOS, Marcelo Silva; ROSA, Heitor Achilles Dutra da. *Formação de Professores de Matemática e Contemporaneidade*. Nova Xavantina, MT: Pantanal editora, 2022. 82p.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. Teachers learning technology by design. *Journal of computing in teacher education*, v. 21, n. 3, p. 94-102, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10402454.2005.10784518>. Acesso em 10 jan. 2025.

KOEHLER, Mattleyw. J.; MISHRA, Punya. Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In: AACTE (Ed.). *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators*. (p. 3-29). Routledge, 2008.

SANTOS, Priscila Kohls; FURTADO, Roberval Angelo; COSTA, Danilo da. Educação, tecnologia e comunicação: reflexões teóricas e possibilidades práticas. *Portal de Livros Abertos da Editora JRG*, [S. l.], v. 5, n. 5, p. 01–303, 2021. DOI: 10.29327/533267. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/portaljrg/article/view/249>. Acesso em: 10 abr. 2025.

LEONTIEV, Aleksei. As necessidades e os motivos da atividade. Tradução: Andréa Maturano Longarezi e Patrícia Lopes Jorge Franco. Revisão técnica: Elaine Sampaio Araujo. In: Longarezi, Andrea Maturano; Puentes, Roberto Valdés. (Org.). *Ensino desenvolvimental - Antologia I*. Uberlândia, MG: EDUFU, 2017.

LIMA, Maria Divina Ferreira; MORAIS, Joelson de Sousa. A temporalidade da experiência na docência à luz da pesquisa narrativa: contributos do ciclo de vida profissional de professores. *Linguagens, Educação e Sociedade*, Ano 25, n. 45, p. 118–140, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.26694/les.v0i45.10977> .

MACÊDO, Josué Antunes de; SANTOS, Ítalo Andrew Rodrigues; LOPES, Lailson dos Reis Pereira. Pluralismo metodológico no ensino de trigonometria. *Revista de Educação Matemática*, [s. l.], v. 19, n. Edição Especial, p. e022052, 2022. DOI:



10.37001/remat25269062v19id678. Disponível em:
<https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/41>. Acesso em: 01 jan. 2025.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 26 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2007.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J.; HENRIKSEN, Danah. The seven trans-disciplinary habits of mind: Extending the TPACK framework towards 21st century learning. *Educational Technology*, p. 22-28, 2011. Disponível em:
<https://www.jstor.org/stable/44429913>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013.

NISS, Margaret L. Knowledge needed for teaching with technologies—Call it TPACK. *AMTE Connections*, v. 17, n. 2, p. 9-10, 2008.

NISS, Margaret L.; RONA, Robert N.; SHAFER, Kathryn G.; DRISKELL, Shannon O.; HARPER, Suzanne R.; JOHNSTON, Christopher; BROWNING, Christine; WAYNE, Asli Özgün-Koca; GLADIS, Kersaint. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/mathematics/mathematics-teacher-tpack-standards-and-development-model/>. Acesso em: 10 fevereiro. 2025.

Niess, Margaret. L., Sadri, P., & Lee, K. *Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK)*. Meeting of the American Educational Research Association Annual Conference, Chicago, IL, 2007.

OLIVEIRA, José Ricardo de. LOPES, Claudivan Sanches. O conhecimento pedagógico do conteúdo e a didática específica dos professores de geografia. *Revista Brasileira de Educação em Geografia, Campinas*, v. 10, n. 20, p. 49-71, jul./dez., 2020. <https://doi.org/10.46789/edugeo.v10i20.797>

PALIS, Gilda La Roque. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 432-451, 2010. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/4288>. Acesso em 10 jan. 2025.

PASOLINI, Pier Paolo. *Os jovens infelizes*. São Paulo: Brasiliense, 1990.

PURIFICAÇÃO, Marcelo Máximo; AMADO, Nélia Maria Pontes. O TPACK e o desenvolvimento pedagógico dos professores de Matemática dos anos iniciais: prospectos de

uma formação continuada em Goiás – Brasil. *Revista Observatorio De La Economia Latino Americana*, Curitiba, v. 21, n. 8, p. 10079-10103, 2023.

RESOLUÇÃO CNE/CP 1/2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, 29 de outubro de 2020, Seção 1, pp. 103-106.

ROGERS, Everett M. *Diffusion of innovations*. New York, *Free Press*, v. 12, p. 576, 1995.

SACRISTÁN, José Gimeno (Org.). *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Tradução por Alexandre Salvaterra. Revisão Técnica por Miguel González Arroyo. Porto Alegre: Penso, 2013.

SÁNCHEZ, Ivonne C.; CASTILLO, Luis Andrés; LOPES, Thiago Beirigo. Revisão e análise bibliométrica sobre o GeoGebra em pesquisas e ensino da matemática. *Areté -Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v. 19, n. 33, e23002, jan./dez., 2023.

SANTOS, Rozania Pereira dos; MACÊDO, Josué Antunes de. 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*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 1-14, jan./abr., 2024.

SANTOS, Taís Wojciechowski; SÁ, Ricardo Antunes de. O olhar complexo sobre a formação continuada de professores para a utilização pedagógica das tecnologias e mídias digitais. *Educar em Revista*, v. 37, p. e72722, 2021. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.72722>

SANTOS, William Souza; ALVES, Lynn Rosalina Gama; SANTOS, William Souza. Jogos digitais: um *level up* para a educação Matemática brasileira. *Revista de Educação, Ciência e Cultura*. Canoas, v. 23, n. 2, p. 239-252, jul. 2018. <https://doi.org/10.18316/recc.v23i2.4153>

SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg. *Limitações da prática docente no uso das tecnologias da informação e comunicação*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129032/332127.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .

SHULMAN, Lee S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002>

SHULMAN, Lee. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

SHULMAN, Lee S. Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. v. 9, n. 2, Granada, España, 2005, pp.1-30.



SILVA, Leticia Sanches; MAFRA, José Ricardo e Souza. Interdisciplinaridade e tecnologias digitais no ensino técnico integrado: perspectivas de professores de matemática. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v. 22,n.36,e24027, jan./dez., 2024: <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v22.n36.3917>

SUNAGA, Alessandro; CARVALHO, Clarissa Souza de. As tecnologias digitais no ensino híbrido. In: Bacich, Lilian; Tanzi Neto, Adolfo; Trevisani, Fernando de Mello (Org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, cap. 7, p. -211, 2015.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TEIXEIRA, Apoliana de Jesus; CARNEIRO, Rogerio dos Santos; MACHADO, Francisco Araujo. Saberes profissionais na formação de professores de Matemática no Norte do Tocantins. *Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. Manaus, v. 19, n. 33, e23011, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v19.n33.3787>

TEIXEIRA, Raphael Rodrigues da Silva. TORISU, Edmilson Minoru. Matemática é coisa para homens? refletindo sobre inclusão de gênero com estudantes de um curso de licenciatura em matemática. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*. v. 8, n. 2, p. 66-85, 2023. <https://doi.org/10.34179/revistem.v8i2.18521>.
<https://doi.org/10.34179/revistem.v8i2.18521>

THOMPSON, Ann D.; MISHRA, Punya. Editors' remarks: Breaking news: TPCK becomes TPACK!. *Journal of Computing in teacher education*, v. 24, n. 2, p. 38-64, 2007.

VASCONCELOS, Carlos Alberto; MENEZES, Rodrigo Silva. Ensino remoto e utilização de tecnologias da informação e comunicação no contexto da Covid 19. In: AGUILERA, Jorge Gonzáles; OLIVEIRA, Bruno Rodrigues; OLIVEIRA, Lucas Rodrigues; PEÑA, Aris Verdecia; ZUFFO, Alan Mario. (Org.). *Ciência em Foco*. Nova Xavantina: Pantanal, 2020. p. 111-124.

WILSON, S. M.; SHULMAN, L.; RICHERT, A. E. 150 different ways of knowing: representation of knowledge in teaching. In: CALDERHEAD, J. (org.). *Exploring Teachers' Thinking*. London: Cassell Education, 1987. p. 105-123.

Potencialidades das Tecnologias Digitais no Ensino e Aprendizagem de Matemática à Luz do Modelo TPACK

Potentials of Digital Technologies In Teaching And Learning Mathematics In Light Of The TPACK model

Resumo: Essa pesquisa explora o impacto das tecnologias digitais (TD) no ensino e aprendizagem da Matemática em escolas públicas. O estudo busca analisar o processo ensino e aprendizagem utilizando TD para apoiar estratégias centradas no aluno que atendam às diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática. Para o embasamento teórico recorreremos no constructo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK). Na análise dos dados usamos extrato da Análise de Conteúdo de Bardin (2016) com auxílio do software IRaMuTeQ. Em virtude de realizadas entrevistas semiestruturadas com 28 professores de Matemática de escolas públicas, conclui-se que as TD têm um potencial significativo para transformar o ensino e a aprendizagem da Matemática, tornando-o mais acessível e envolvente. No entanto, para maximizar esse potencial, é essencial investir em infraestrutura adequada, formação contínua aos professores, e fomentar uma cultura escolar que valorize a inovação tecnológica.

Palavras-chave: TPACK. IRaMuTeQ. Matemática. Ensino e Aprendizagem.

Abstract: This research explores the impact of digital technologies (DT) on the teaching and learning of Mathematics in public schools. The study seeks to analyze the teaching and learning process using DT to support student-centered strategies that meet the diverse needs of all students in learning Mathematics. For the theoretical basis, we used the theoretical construct Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). In the data analysis, we used an extract from Bardin's Content Analysis (2016) with the help of the IRaMuTeQ software. Based on semi-structured interviews with 28 Mathematics teachers from public schools, it is concluded that DT has a significant potential to transform the teaching and learning of Mathematics, making it more accessible and engaging. However, to maximize this potential, it is essential to invest in adequate infrastructure, continuous training for teachers, and foster a school culture that values technological innovation.

Keywords: TPACK. IRaMuTeQ. Mathematics. Teaching Learning.

2.1 Introdução

O ensino e a aprendizagem da Matemática requerem uma abordagem clara e precisa. É fundamental definir o que entendemos por Matemática para evitar confusões e garantir que aprendemos conceitos essenciais. Criando um ambiente de aprendizagem mais eficaz, onde

possamos desenvolver habilidades e conceitos matemáticos de forma sólida e duradoura.

No entanto, “o professor polivalente se vê muitas vezes em uma questão conflitante, cujo saber construído em sua formação não é o bastante para a sua prática docente” Souza e Santos (2022, p.10). E, nessa era de acesso fácil a uma abundância de informações, é fácil se perder em detalhes desnecessários, desencadeiam um profissional inseguro e despreparado.

Aliado à falta de formação adequada, estes profissionais, muitas vezes, receberam em sua trajetória escolar um ensino de matemática tradicional, desvinculado da teoria e da prática, apenas com exercícios de mera fixação e repetição, criando nestes profissionais a sensação de que a matemática é difícil tanto de ser aprendida como de ser ensinada e que o uso desse componente não é prático (Souza e Santos, p. 10, 2022).

Dessa forma, a formação inicial como também a formação continuada do professor passa a ser questionada. Adentrando nos estudos sobre o ensino e aprendizagem da Matemática, no que diz respeito à didática, seja qual for o nível de ensino, deve ser estimulada a criatividade, mostrando que a Matemática é um edifício em construção.

Ademais, a didática com tecnologias digitais é uma abordagem que busca utilizar as TD para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, oferecendo benefícios como motivação, acessibilidade e desenvolvimento de habilidades digitais.

De antemão, quando nós pensamos em tecnologias digitais (TD), o que geralmente vem à nossa mente? Vêm os dispositivos digitais, os recursos eletrônicos, os aplicativos de compras, os aplicativos de localização, as redes sociais, como Facebook, Instagram, Tik ToK, e o próprio e-mail. Então, remetemos TD a recursos e dispositivos que fazem parte do nosso dia a dia.

Em suas contribuições, Dusi, Pedrosa e Santos (2024) afirmam que "O uso contemporâneo da palavra ‘tecnologias’ muitas vezes refere-se à presença da informação digital na realização de tarefas. O que caracteriza o digital é o processo de digitalização das informações" (Dusi; Pedrosa; Santos, 2024, p. 6).

Conforme destacado pelas autoras Dusi, Pedrosa e Santos (2024), é válido considerar o uso do termo ‘tecnologias digitais’, como adotado no artigo, como uma maneira de concentrar as análises e os argumentos dos professores sobre as tecnologias mais relevantes e contemporâneas na educação básica, como: computadores, internet, tablets, softwares,

smartphones e lousa interativa.

Para além disso, as tecnologias digitais (TD) no ensino de Matemática podem ser utilizadas como ferramentas para promover a participação ativa dos estudantes, “servindo de mecanismo propulsor para o desenvolvimento do estudante, no que diz respeito a sua capacidade de recriar e produzir ativamente o conhecimento implicado na possibilidade de liberdade, justiça e emancipação humana que se prendem à melhoria das condições de vida” (Reis; Negrão, 2022, p. 3).

Shulman (1986), argumenta que um bom professor precisa combinar um profundo conhecimento do conteúdo com uma compreensão das melhores formas de ensiná-lo. O PCK é, portanto, um conceito na área da educação essencial para a prática pedagógica eficaz, pois permite aos professores adaptar suas estratégias de ensino às necessidades específicas de seus alunos, promovendo uma aprendizagem significativa.

O conceito de PCK, ou "Pedagogical Content Knowledge" (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo), foi desenvolvido por Lee Shulman (1986, p. 9-10, tradução nossa). Ele se refere ao conhecimento que os professores possuem sobre como ensinar um conteúdo específico de maneira eficaz. Shulman argumenta que o simples domínio do conteúdo não é suficiente para ensinar bem; os educadores precisam entender como apresentar esse conteúdo de maneira que seja acessível e compreensível para os alunos.

O PCK envolve três categorias do conhecimento do conteúdo:

1. Conhecimento do Conteúdo da matéria: Refere-se ao entendimento profundo do que está sendo ensinado. Isso inclui fatos, conceitos, teorias e processos relacionados ao conteúdo.

2. Conhecimento Pedagógico do conteúdo: Diz respeito às estratégias de ensino, métodos didáticos e abordagens que facilitam a aprendizagem. Inclui também a compreensão das características de aprendizagem dos alunos.

3. Conhecimento Curricular: Envolve um entendimento das circunstâncias em que o ensino ocorre, incluindo fatores como a cultura da sala de aula, as experiências dos alunos, recursos disponíveis e as políticas educacionais (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

Shulman (1986) defende que a habilidade dos professores em combinar esses

conhecimentos resulta em uma prática pedagógica mais eficaz, capaz de atender às necessidades de aprendizagem dos alunos. Essa defesa teve um impacto significativo na formação de professores e na pesquisa educacional, levando a um foco maior na importância do conhecimento pedagógico em contextos de ensino específico.

Nos últimos anos, a integração das tecnologias digitais (TD) nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática tem sido amplamente debatida, especialmente no âmbito da formação inicial e continuada de professores. É essencial reconhecer que as TD estão presentes não apenas no contexto social, mas também no ambiente profissional dos educadores, influenciando suas práticas e interações.

Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), argumenta que: “As reformas propostas que incluíam e "priorizavam as tecnologias digitais parecem nunca ter conseguido torná-las partes preponderantes da Educação Matemática. A convicção de que a Educação dos filhos deve ser a mesma que os pais tiveram, quando alunos parece preponderar” (Borba; Scucuglia e Gadanidis, 2020, p. 15).

Nesse sentido, considerando a maneira como os alunos interagem e convivem na sociedade contemporânea, torna-se essencial que os professores estejam atualizados e cientes das inovações tecnológicas que permeiam o cotidiano. Essa atualização não só enriquece a prática pedagógica, mas também promove um ensino mais relevante e significativo, alinhado às demandas atuais.

Os computadores chegaram de forma desigual às escolas na década de 1980-1990 e é dessa época uma iniciativa de peso, ainda pouco estudada: Paulo Freire se torna Secretário Municipal de Educação da cidade de São Paulo e, dentre outras realizações, leva computadores para diversas escolas da periferia de São Paulo. (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 15).

Com o avanço da *internet* no Brasil, que começou a ser utilizada como meio de comunicação e fonte de informações. “Em educação, a internet começa a ser utilizada como fonte de informações e como meio de comunicação entre professores e estudantes e para a realização de cursos à distância para a formação continuada de professores via e-mails, chats e fóruns de discussões” (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 31).

Em 1999 foi publicado o livro “Calculadoras Gráficas e Educação Matemática”, organizado por Fainguelernt e Gottlieb (1999), o qual oferece uma análise detalhada e fundamentada sobre a incorporação de calculadoras gráficas no ensino de Matemática. Muitas calculadoras gráficas já possuem tabelas, sendo possível remeter a um conjunto de pontos para a janela gráfica, assim como enviar pontos selecionados de um dado gráfico para essas tabelas, abrindo uma importante trilha para a investigação Matemática na sala de aula.

Hoje, diante de tantas mídias digitais (notebooks, lousas digitais, smartphones e entre outros), continua a se discutir a importância do uso dessas mídias nas escolas públicas brasileiras.

Algumas indagações foram levantadas para nortear essa pesquisa: *Quais ferramentas digitais contribuem para o ensino de Matemática e as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que podem ser alcançadas com o uso das TD, contribuindo para transcender o aprendizado bem como potencializar a educação Matemática?*

Portanto, este estudo tem o objetivo de *analisar o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas*. Acreditando que todas as perspectivas educacionais têm o seu lugar específico, suas concepções, suas metodologias, como também os métodos de ensino, quando bem empregados, são extremamente positivos e viabilizam o processo com maior eficiência

Dentro dessas perspectivas educacionais, é fundamental expor que as TD estão enquadradas no contexto social, considerando que estas têm reflexo direto na escola, mudando o jeito de olhar o mundo, de ensinar e aprender.

2.2 As Tecnologias Digitais no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática

Por que considerar a utilização de tecnologias digitais (TD)? A resposta está no fato de que elas representam um recurso de suporte didático que auxilia, e não substitui, o papel do professor, além de facilitar o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática. Como utilizá-las de forma eficaz? Essa é uma questão fundamental.

Não se trata apenas de pesquisar um aplicativo sem um propósito claro. É necessário

definir o objetivo pedagógico, refletir sobre o conteúdo a ser trabalhado e considerar o público-alvo para o qual a tecnologia será destinada.

Quando o professor chega a um momento de produzir um ensino em sala de aula, muitas circunstâncias estão presentes: desejos, formação, conhecimento do conteúdo, conhecimento das técnicas didáticas, ambiente institucional, práticas de gestão, clima e perspectiva da equipe pedagógica, organização espaço-temporal das atividades, infraestrutura, equipamentos, quantidade de alunos, organização e interesse dos alunos, conhecimentos prévios, vivências, experiências anteriores, enfim, há muitas variáveis. (Franco, 2016, p. 544).

Diante dessas circunstâncias, discutimos a postura pedagógica, a qual, segundo Franco (2016), enfatiza a importância da intencionalidade. A postura pedagógica, de acordo com Franco (2016), deve ser compreendida como uma atitude consciente e deliberada, em que cada ação do educador é orientada por um propósito claro, com o objetivo de promover um aprendizado significativo e transformador.

Ao refletir sobre as tecnologias digitais (TD), é necessário considerá-las com uma intencionalidade pedagógica, além de pensar em uma prática pedagógica eficaz. Isso se deve ao fato de que, na educação contemporânea, as tecnologias digitais se tornaram mais acessíveis e passaram a ser vistas como ferramentas úteis para o ensino e a aprendizagem. “As práticas pedagógicas organizam-se em torno de intencionalidades previamente estabelecidas, e tais intencionalidades serão perseguidas ao longo do processo didático, de formas e meios variados” (Franco, 2016, p. 543).

O que caracteriza uma postura com intencionalidade, ou uma prática com intencionalidade? São práticas que possuem objetivos claros e delineados. A partir desses objetivos, desenvolvem-se ações críticas que contribuem para a formação do cidadão, especialmente no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. “As práticas pedagógicas caminham por entre resistências e desistências; caminham numa perspectiva dialética, pulsional, totalizante” (Franco, 2016, p. 543).

Esses parâmetros redefinem a integração das tecnologias digitais no ensino, priorizando a qualidade do conteúdo e práticas pedagógicas eficazes, em vez de apenas quantificar o uso da tecnologia. Além disso, evidenciam, de forma geral, a evolução e a apropriação das tecnologias

digitais pelos professores. “É frequente que os professores não tenham acesso às tecnologias digitais; contudo, quando estão disponíveis, há necessidade de que saibam utilizá-las em suas atividades docentes” (Dusi; Pedrosa; Santos, 2024, p. 11).

A necessidade de o professor acompanhar as TD é essencial por várias razões, dentre elas a relevância educacional; ao conhecer e utilizar essas tecnologias, os professores podem tornar o ensino mais relevante e engajador para os alunos. Quanto ao conhecimento acerca do novo Currículo Referência de Minas Gerais, o documento exige aos docentes,

Conhecer e se apropriar dos conceitos e terminologias nele presentes para que o trabalho em sala de aula realmente se alinhe aos direitos de aprendizagem previstos em sua organização. Do mesmo modo, a concepção de educação, de ensino e de aprendizagem proposta a partir do novo currículo, requer novas formas de planejar e estruturar o trabalho pedagógico, de organizar didática e metodologicamente os componentes curriculares, tendo em vista as habilidades e as competências que precisam ser desenvolvidas durante a educação básica, sendo imperativo pensar em novas formas de ensinar, de acompanhar e de avaliar as aprendizagens (Minas Gerais, 2021, p. 21).

Os professores precisam estar aptos a contribuir no desenvolvimento das competências digitais dos alunos, preparando-os para o mercado de trabalho e para a vida em uma sociedade cada vez mais digital.

Nesse sentido, é essencial conhecer o constructo teórico TPACK — Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge) dos professores de Matemática. Para Sampaio e Coutinho (2014, p. 2) é importante adotar políticas públicas de integração das TD, na formação continuada de professores para o processo do ensino e da aprendizagem de Matemática, destacando a importância de apropriar-se do TPACK,

TPACK (Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo) é um referencial teórico relevante para o ensino de Matemática que deve ser desenvolvido no processo de ensino/aprendizagem e que a formação continuada de docentes deve ajudá-los a tornarem-se bem informados sobre a tecnologia, de forma a os desafiar a integrá-la no ensino (Sampaio; Coutinho, 2014, p. 2).

Então, ele tem uma postura, têm uma concepção pedagógica e precisa pensar sobre essa concepção. Sendo que ela interfere no processo de escolha de recursos didáticos e, nesse caso, as “tecnologias digitais”.

Não podemos deixar de abordar a inclusão digital, uma vez que é papel do professor contribuir para a formação dos alunos, auxiliando-os a utilizarem a tecnologia de maneira crítica, ética e responsável. Desenvolver nos estudantes habilidades relacionadas à cultura digital é uma das competências gerais previstas na BNCC, pois:

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).

Professores que investem em formação continuada, tendem a transformar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, e, quando ocorre a incorporação das TD, podem proporcionar segurança e competência para melhorar o ensino e a aprendizagem.

Falaremos sobre as concepções dos professores entrevistados no desenvolvimento deste estudo em analisar o processo Ensino e Aprendizagem utilizando TD, para apoiar estratégias centradas no aluno que atendam às diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática.

2.3 A Práxis do Professor de Matemática à Luz do TPACK

Com base no TPACK, esta pesquisa enfatiza o potencial das TD na Educação Matemática. O professor é chave para essa integração, requerendo uma postura pedagógica reflexiva e inovadora.

De fato, é dever do professor atualizar-se e capacitar-se para acompanhar o progresso tecnológico, para que possa desempenhar o seu papel de educador com excelência e segurança. Tendo em vista que é função do educador mediar e facilitar o conhecimento, como também é seu dever orientar e conscientizar os alunos para o uso seguro da internet e mídias digitais, pois os jovens e as crianças têm contato com as novas tecnologias e na maioria das vezes as utilizam de forma incorreta (Leite, 2021, p. 15).

No que concerne à didática, as TD demandam à práxis do professor novas ou outras maneiras de ensinar e aprender. Em 2022 o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), definiu três novas competências digitais como essenciais para a atuação e desenvolvimento profissional docente: — Cidadania digital, ser capaz de utilizar aplicativos,

softwares e plataformas de forma responsável e ética. — Pedagógica, refere-se ao estudo e aplicação de métodos e estratégias de ensino utilizando ferramentas digitais. — Desenvolvimento profissional, ser capaz de criar aulas a partir do pensamento profissional, transformando a maneira como os conceitos matemáticos são ensinados e aprendidos (Siqueira, 2024).

A inclusão dessas competências reflete a crescente importância da cultura digital na educação, reconhecida também pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), como uma das competências gerais essenciais, propondo capacitar professores, para criar ambientes de ensino adaptáveis às diversas demandas educacionais contemporâneas.

Além disso, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), desenvolveu uma ferramenta de auto avaliação online e gratuita, baseada na Matriz de Competências Digitais Docentes, para auxiliar professores na reflexão sobre seus conhecimentos e uso de tecnologias digitais. O questionário está disponível na plataforma Guia Edutec e contém 23 perguntas classificadas em três áreas: pedagógica, cidadania digital e desenvolvimento profissional.

Quanto ao desenvolvimento profissional dos professores de Matemática, Fiorentini e Lorenzato (2006), caracterizam os conhecimentos da área de Educação Matemática como conhecimentos de práticas que vão envolver a parte do domínio do conteúdo específico, aliado também ao domínio didático e pedagógico. O domínio pedagógico é relativo à simulação ou à construção e a apropriação desse conhecimento matemático.

Uma área de conhecimento das ciências sociais e humanas, que estuda o ensino e a aprendizagem da Matemática. De modo geral, poderíamos dizer que a Educação Matemática caracteriza-se como uma práxis que envolve o domínio do conteúdo específico (a Matemática) e o domínio de ideias e processos pedagógicos relativos à transmissão/assimilação e/ou à apropriação/ construção do saber matemático escolar. (Fiorentini; Lorenzato, 2006, p. 05).

Nos últimos anos, diversas inovações têm sido implementadas no ensino da Matemática a fim de tornar o aprendizado mais eficaz, engajador e acessível. A relevância dos ambientes educacionais inovadores também é apontada por Rezende et al. (2024). “Diante do avanço tecnológico acelerado, é imprescindível analisar como as inovações pedagógicas podem contribuir para a melhoria da qualidade da educação” (Rezende, et al. 2024, p.15).



Aqui neste estudo procuramos abordar algumas das principais inovações, partindo dessas conjecturas e inovações na contribuição para transformar o ensino da Matemática, tornando-o dinâmico, interativo e centrado no aluno, com destaque para:

- Professores que integram as TD e percebem que elas interferem na aprendizagem, tanto no desenvolvimento de ideias matemáticas fundamentais como no desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

- Professores que percebem que os recursos tecnológicos digitais influem diretamente na vida social e, assim, a escola vem sendo diretamente influenciada por essas transformações, podendo fazer uso positivo das inovações para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Partimos, portanto, da perspectiva teórica de Shulman (1986), que destaca a importância da prática do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), conceito no qual se inter-relacionam o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico, para investigar a interação entre esses componentes no contexto educacional.

O PCK começou como uma linha de pesquisa, como nos lembra Marcelo (2009), depois foi transformando-se em um constructo teórico para entender o ensino dos conteúdos, originando aproximações em áreas do conhecimento escolar, que no contexto latino-americano é chamado conhecimento didático do conteúdo(CDC),

O conhecimento didático do conteúdo, como linha de pesquisa, representa a confluência de esforços de pesquisadores didáticos e de pesquisadores de matérias específicas preocupados com a formação dos professores. O conhecimento didático do conteúdo nos conduz a um debate no tocante à forma de organização e de representação do conhecimento, através de analogias e metáforas. Aponta a necessidade de que os professores em formação adquiram um conhecimento experiente do conteúdo a ser lecionado, para que possam desenvolver um ensino que propicie a compreensão dos alunos (Marcelo, 2009, p. 119).

No entendimento de como ensinar um determinado assunto de maneira eficaz, Shulman (1986), argumenta que o ensino eficaz requer mais do que simplesmente conhecer o conteúdo; ele também exige a capacidade de transformar esse conhecimento em instruções compreensíveis para os alunos. O referido autor propõe que ensinar não é apenas uma questão de conhecer a matéria (conteúdo) ou de dominar técnicas de ensino (pedagogia), mas sim uma integração dessas duas dimensões.

Shulman (1987) insere o PCK como um dos sete conhecimentos necessários para o professor. Em seu artigo *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*, Shulman (1987) propõe que a base de conhecimentos para o ensino de um professor engloba sete conhecimentos:

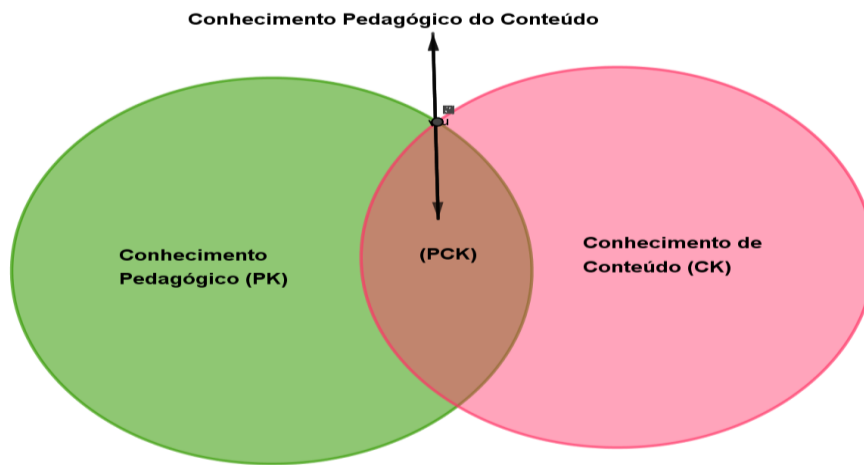
1. Conhecimento do Conteúdo;
2. Conhecimento do Currículo;
3. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK);
4. Conhecimento Pedagógico Geral;
5. Conhecimento dos Alunos e de suas características;
6. Conhecimento dos Contextos;
7. Conhecimento das finalidades e valores educacionais.

Shulman (1987) acrescenta que, dentre esses conhecimentos da base, o PCK se destaca como sendo o conhecimento exclusivo de professores. Permite aos professores adaptar suas estratégias de ensino ao conteúdo específico e às necessidades de seus alunos. Sem o PCK, um professor pode ter um excelente conhecimento do conteúdo, mas ser incapaz de ensiná-lo de maneira que os alunos compreendam e se engajem. Segundo Mishra e Koehler (2006):

A ideia de conhecimento pedagógico e do conteúdo é similar à ideia de Shulman de que a pedagogia é aplicável ao ensino do conteúdo específico. Este conhecimento inclui saber o que ensinar, as abordagens de acordo com o conteúdo e da mesma forma, saber como elementos do conteúdo podem ser organizados para melhorar o ensino (Mishra; Koehler, 2006, p. 1027, tradução nossa).

Verifica-se que o PCK aparece como um dos conhecimentos constituintes da base, e não mais como uma categoria do conhecimento do conteúdo específico. No entanto, Mishra e Koehler (2006) esclarecem que o PCK (Fig. 9), está no centro dos conhecimentos de professores.

Figura 9 - Representação do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo



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

Representando um conhecimento construído a partir da transformação dos outros conhecimentos da base, alicerçado em experiências práticas de ensino, de um diálogo com a própria prática (Shulman, 1987).

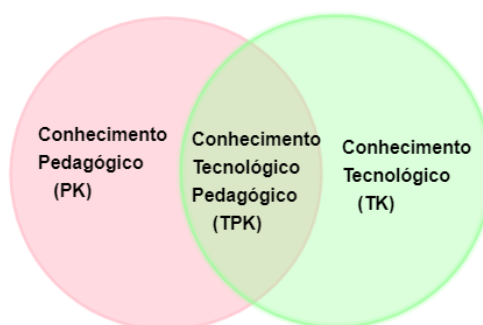
Portanto, o PCK transcende o conhecimento da matéria e desemboca no conhecimento da matéria para o seu ensino. Ele é desenvolvido, especialmente, nas etapas de elaboração, aplicação e avaliação de atividades pelo professor (Silva, 2020, p. 3).

Embora o PCK vá além do conhecimento da matéria, e se destaca como sendo o conhecimento exclusivo para professores, abordaremos o conhecimento Pedagógico e Tecnológico (TPK) segundo Mishra e Koehler (2006), é a compreensão de como o ensino e a aprendizagem são modificados quando tecnologias são utilizadas. É notável que para desenvolver o TPK requer uma visão dos benefícios e limitações das TD que podem ser aplicadas no processo ensino aprendizagem, compreendendo como essas tecnologias podem impactar nas atividades.

Segundo Mishra e Koehler (2006), Conhecimento Tecnológico e do Conteúdo “é um conhecimento sobre a maneira como tecnologia e conteúdo são reciprocamente relacionados. Embora a tecnologia restringe alguns tipos de representação possíveis, tecnologias mais recentes muitas vezes oferecem representações mais novas e com maior flexibilidade” (Mishra e Koehler, 2006, p. 1028, tradução nossa).

O estudo sobre o TPK (Fig. 10), justifica-se pela necessidade de dialogar sobre as TD no processo de ensino e aprendizagem da Matemática na perspectiva de *analisar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas*. Diante disso proporciona, atividades mais prazerosas e interessantes, despertando a motivação e combatendo a indisciplina, visando a construção do conhecimento e a efetivação da autonomia deixando as aulas tradicionais.

Figura 10 - Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK)



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

O avanço contínuo das tecnologias digitais suscita reflexões importantes sobre a prática pedagógica dos educadores, buscando avaliar suas competências e habilidades no uso dessas ferramentas em contextos de sala de aula. Essas tecnologias oferecem uma ampla gama de recursos que podem enriquecer o ensino e a aprendizagem da Matemática, criando oportunidades para a exploração de conceitos, a resolução de problemas e a colaboração de formas inovadoras

Podemos encontrar resistência à inovação tecnológica, mas não temos como fugir da realidade que normas curriculares impõem. “Assim, o novo, é algo que muitas vezes ocasiona um certo temor, pois retira da zona de conforto e gera um outro significado, nesse aspecto são as Tecnologias da Informação e Comunicação no espaço escolar” (Silva, 2018, p 4).

O processo de ensino e aprendizagem da Matemática é multifacetado e pode ser abordado de diversas maneiras para atender às necessidades e estilos de aprendizagem dos alunos. Elas mostram que o ensino da Matemática pode ser adaptado de diversas formas para maximizar a eficácia do aprendizado e atender às necessidades específicas dos alunos. Cada

abordagem tem seus próprios benefícios e pode ser combinada com outras para criar um ambiente de aprendizado rico e diversificado

Não existe uma única prática educativa em relação à Matemática, existem vários caminhos, que são questionados a todo momento, pois apresentam alcances e limites. O professor, conhecedor de sua turma e dos saberes que circulam em sua aula, precisa ter flexibilidade e autonomia para gerir esses acontecimentos (Passos; Nacarato, 2018, p. 127).

O desenvolvimento do PCK (*Pedagogical Content Knowledge* ou Conhecimento Pedagógico do Conteúdo) dos professores de Matemática é um processo complexo e contínuo que envolve a integração de conhecimentos específicos da disciplina com práticas pedagógicas eficazes. (Shulman, 1986), argumenta que “a compreensão por si só não é suficiente, pois a utilidade de tal conhecimento reside no seu valor de julgamento e ação” (Shulman, 1986, p. 14, tradução nossa),

Aqui estão algumas das principais formas como ocorre esse desenvolvimento: formação inicial e formação contínua (cursos de atualização e especialização), reflexão e prática e uso de tecnologias educacionais, experiência e adaptação.

Como bem ressalta Fernandez (2015, p. 517), o “estudo do PCK de um professor é bastante complexo, devido, entre outros aspectos, ao fato de se tratar de um conjunto de conhecimentos implícitos, que devem ser de alguma forma explicitados”. O desenvolvimento do PCK dos professores de Matemática é, portanto, um processo dinâmico que combina formação acadêmica, experiência prática, reflexão contínua e aprendizagem colaborativa.

Portanto, o PCK vai além do simples domínio do conteúdo, pois abrange o conhecimento desse conteúdo no contexto do seu ensino. Ele se desenvolve, sobretudo, nas etapas de elaboração, aplicação e avaliação das atividades pelo professor (Silva, 2020). Embora possamos encontrar resistência à inovação tecnológica, não podemos ignorar a realidade imposta pelas normas curriculares.

2.4 O Framework TPACK

O TPACK (Fig. 3), desenvolvido por Mishra e Koehler (2006) tem origem na concepção da Base de Conhecimento de Shulman (1986, 1987), consiste em 7 domínios específicos e se

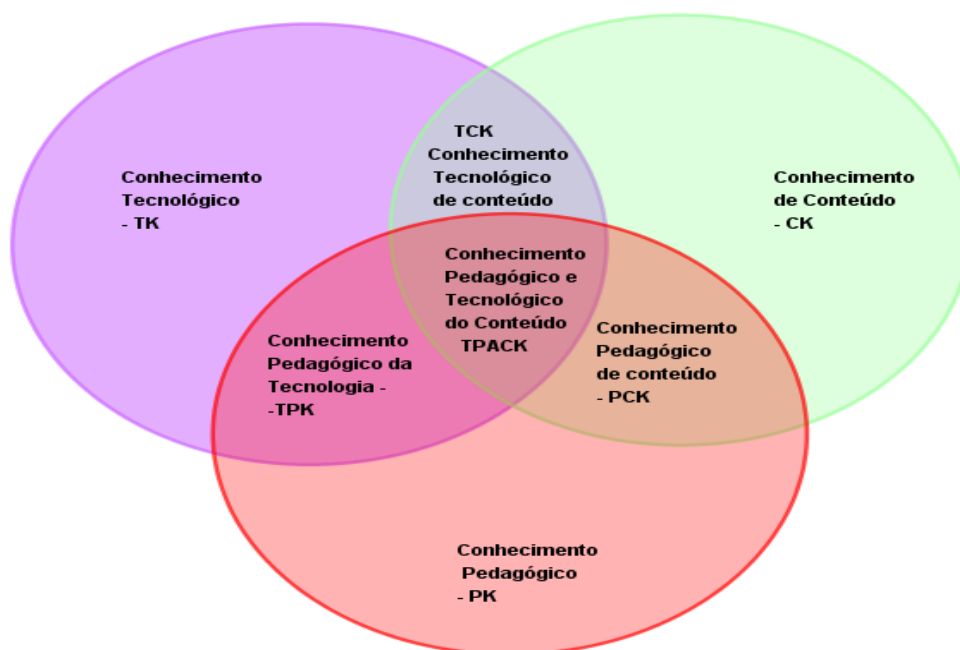
refere às possibilidades e limitações da tecnologia como facilitadora de diferentes abordagens de ensino (Mishra; Koehler, 2006).

Para Cibotto e Oliveira (2017), o *framework* TPACK engloba conhecimentos inerentes ao docente que utiliza tecnologias. De acordo com estes autores:

O TPACK não é igual ao conhecimento dos conceitos de seus componentes individuais e suas interseções. Vai além das múltiplas interações de seus três elementos-chave e engloba o ensino de conteúdos curriculares utilizando técnicas pedagógicas, métodos ou estratégias de ensino que utilizam adequadamente tecnologias para ensinar o conteúdo de forma diferenciada de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos (Cibotto; Oliveira, 2017, p. 9).

Dessa maneira, destacamos a importância da prática do uso de TD, defendemos que, com sua integração e utilização, são recursos, ferramentas que podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem de Matemática à luz do modelo TPACK (Fig. 11).

Figura 11 - Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK)



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

Sob a perspectiva de estudo do TPACK dos professores de Matemática, este aborda aspectos fundamentais como a formação acadêmica dos docentes, os conteúdos abordados com o auxílio de tecnologias digitais, a resolução de atividades utilizando essas ferramentas, o

conhecimento sobre *softwares* e plataformas educacionais, a aplicação das tecnologias no processo avaliativo e a formação continuada dos professores. Essa análise permitirá compreender como esses fatores influenciam a prática docente e a eficácia do ensino de Matemática mediado por tecnologias."

2.5 Metodologia

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

Para legitimar as informações apresentadas neste estudo, corroboramos com Bardin (2016), que, segundo a autora a pesquisa qualitativa, com entrevistas, os textos e as palavras têm significado e sentido, buscando observar o que literalmente foi dito, interpretando o que o texto quer dizer para descobrir um saber por trás da superficialidade do conteúdo.

A análise qualitativa apresenta certas características particulares. É válida, sobretudo, na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais. Pode funcionar sobre corpus reduzidos e estabelecer categorias mais discriminantes, por não estar ligada, (Bardin, 2016, p. 145).

Este estudo foi fundamentado nos princípios da pesquisa qualitativa, um método de investigação utilizado para entender fenômenos complexos por meio da análise de dados não numéricos, como entrevistas, observações e documentos, permitindo um melhor delineamento das questões e dos instrumentos de coleta (Minayo; Deslandes; Gomes, 2007).

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se ocupa, nas Ciências Sociais, com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes (Minayo; Deslandes; Gomes 2007, p. 21).

Em se tratando de *locus*, o da presente pesquisa foi em 12 escolas estaduais de 7

municípios norte mineiros, com a participação de 28 professores os quais foram identificados por meio de Código P (referente à primeira letra de professor) apresentado em ordem alfanumérico, por exemplo, professor P1, P2, ..., e P28, para preservar as identidades.

2.5.1 Instrumentos de Coleta de Dados

O processo de coleta de dados foi realizado empregando dois instrumentos em momentos distintos. De modo que, a coleta de dados ocorreu por meio de um questionário no Google forms (Apêndice V) dividido em duas seções, sendo elas: (a) caracterização do docente; e (b) Integração das TD nas aulas de Matemática e a postura do professor, atendendo a padrões estipulados pelas novas perspectivas da educação escolar.

O segundo momento de coleta de dados se estabeleceu por meio da realização de entrevistas semiestruturadas (Apêndice V) de forma remota, com professores de Matemática da Educação Básica utilizando a plataforma do *Google Meet*.

2.5.2 Análise dos Dados

Na interpretação dos dados, optamos por utilizar as técnicas de Análise de Conteúdo, visto que “O conjunto de técnicas incluídas dentro da Análise de Conteúdo possuem um potencial de aplicação dentro da Pesquisa Qualitativa ao facilitar a inferência da zona de sentido dos entrevistados por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens” (Abad, A. e Abad, T. 2022, p. 8). No percurso de análise, seguimos extratos dos procedimentos da análise de conteúdo (AC) de Bardin (2016).

Em reconhecimento a importância das TD, e essa dissertação abordar o seu uso por professores de Matemática, justifico a utilização do software IRaMuTeQ, no movimento de análise da metodologia de AC, como ferramenta nessa pesquisa. Em relação à escolha do software para a etapa inicial do processo de análise dos dados qualitativos, cabe salientar que o IRaMuTeQ é um software livre que viabiliza diferentes tipos de análises (Camargo; Justo, 2013).

2.5.3 Corpus Textual

Definiremos nesta seção a construção de um corpus textual juntamente com a linha de

comando do sistema. Para cada professor participante da entrevista, foram coletados nome, sexo, formação, instituição, município, tempo na docência. Foram inseridos sequencialmente, em documento digital, os textos das entrevistas, formando um corpus textual. Substituímos as variáveis por códigos para garantir o anonimato e privacidade. O corpus da análise corresponde então ao conjunto de textos, que será o “N” da pesquisa.

Após a preparação dos textos, os dados denominados corpus 1 e corpus 2 foram importados para o *software* IRaMuTeQ e aplicado os procedimentos e técnicas para AC.

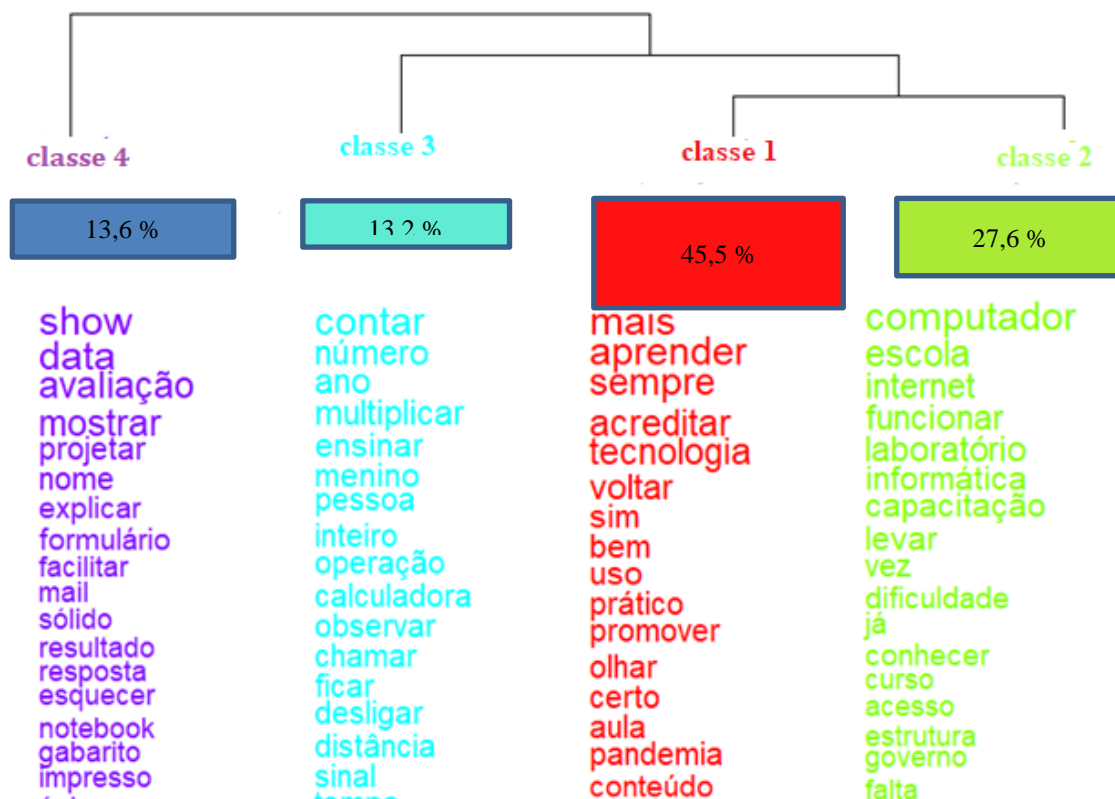
A utilidade do IRaMuTeQ está, justamente, em encontrar diferenças argumentativas em “N” textos que giram em torno do mesmo tema legal. E para análise de literatura adotei o tutorial para uso do *software* IRaMuTeQ de Camargo e Justo (2021), nos quais delimitam alguns conceitos importantes para que se possa entender a análise textual com uso do IRaMuTeQ a saber: **a)** corrigir e revisar todo o arquivo, atentando para os erros de digitação e/ou pontuação; **b)** uniformizar a utilização de siglas; **c)** unir as palavras compostas com um traço *underline*, **d)** não justificar o texto, não usar negrito e/ou itálico; **e)** manter os números em sua forma algarísmica; e **f)** limpeza de caracteres especiais, sendo este último indicado apenas para as linhas de comando.

2.5.4 Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

A *Classificação Hierárquica Descendente* (CHD) (Fig. 12), é uma das ferramentas presentes no IRaMuTeQ com potencial para o estudo de análise textual, principalmente quando a intenção do pesquisador é acompanhar os principais argumentos dos entrevistados. É possível distinguir os polos discursivos de cada *corpus* textual, bem como comparar o posicionamento e a proximidade dos professores das diferentes escolas e municípios, a partir do conteúdo obtido pelas transcrições das entrevistas.

O *software* processa o texto de modo que possam ser identificados classes de vocabulários que permitem inferir quais são as ideias principais dos corpos textuais, baseado na proximidade léxica e na ideia de que palavras usadas em contexto similar estão associadas ao mesmo mundo léxico e são parte de mundos mentais específicos ou sistemas de representações.

Figura 12 - Estrutura hierárquica e a inter-relação entre as categorias



Fonte: Elaboração própria – com auxílio do *software* IRaMuTeQ.

Com relação às classes geradas para o corpus em análise, observa-se duas ramificações, uma delas solitária, contendo apenas a classe 4, essa é a base, emergiu a categoria metodologia de ensino, ela sustenta todos os aspectos das demais classes. A próxima classe que se elenca é a classe 3, o envolvimento da metodologia de ensino com o currículo, trazendo a categoria integração curricular.

A segunda subdivisão engloba as classes 1 e 2 em uma mesma ramificação. Elas estão situadas no ápice na hierarquia, e integra duas categorias: desafios e limitações; satisfação. Os resultados indicam que a superação dos desafios e limitações à integração das tecnologias digitais é um fator determinante para alcançar níveis de satisfação significativos.

Os textos presentes nas classes 1 e 2 são os que apresentam mais aproximações entre si e, ao mesmo tempo, são mais distantes frente às demais classes. E quanto mais aproximadas às

ramificações, maior a afinidade contextual entre as classes. Ainda nas classes 1 e 2 verifica-se formas vinculadas ao contexto argumentativo TD, envolvendo o Conhecimento tecnológico pedagógico (TPK). Nas classes 3 e 4, foram vinculadas ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Na sequência apresentamos as categorias que emergem de cada classe.

A classe 1 — categoria: *Nível de Satisfação* (Vermelho), com 45,5% do corpus, é percebido que os professores têm as TD como recursos positivos no processo de ensino e aprendizagem e indicam tendência na utilização das tecnologias digitais pelos professores.

[...]o olhar do adolescente hoje é voltado tudo para o digital, então se você tem uma tecnologia que ajuda a aprimorar no ensino da Matemática nossa é bom demais, ajuda bastante, então acredito sim a tecnologia ela fortalece o aprendizado, olha que eu já usei eu queria citar um conhecido hoje é o GeoGebra para trabalhar com funções (Professor P25, 2024).

[...] porque esse nosso aluno, ele está inserido no meio tecnológico o tempo todo. Então eu acredito que uma aula quando você traz tecnologia ela fica uma aula mais chamativa, mais atrativa, embora a gente tenha dificuldades. Mas para que a gente poder tá falando disso, eu acho importante e acredito que surte um efeito sim, eu acho muito importante. Olha essa questão da formação continuada vocês [...]. (Professor P13, 2024).

A classe 2 — categoria: *Desafios e limitações* (Verde); segue com 27,6%, com ênfase para as 7 primeiras palavras e compreende que o processo de ensino e aprendizagem transcende quando a escola tem computadores, internet, capacitação laboratório, funcionando, visto que a formação e infraestrutura são fatores essenciais no ensino e Aprendizagem.

[...]a gente tem acesso apenas ao laboratório de informática que não suporta, nem atende uma turma toda completa, falta aparelhos, falta a capacitação para os próprios professores, eu por exemplo se você perguntar quais tecnologias digitais eu utilizo? Eu utilizo a internet com alguns sites de jogos que a gente tem acesso para alunos ali do ensino fundamental cobrando o cálculo deles. No ensino médio eu utilizo o GeoGebra só, então a nossa internet é ruim, nossos computadores são fracos, então a tecnologia é útil mas infelizmente o acesso é complicado. (Professor P4, 2024).

A classe 3 — categoria: *Integração Curricular* (Azul); inclui termos relacionados ao conteúdo e ao uso de tecnologias digitais. Palavras como contar, número, ano, multiplicar e ensinar; menino, pessoa, inteiro, operação calculadora, observar, chamar, desligar, indicam envolvimento do conteúdo com os recursos tecnológicos (porcentagem: 13,2%).

A classe 4 — categoria: *Metodologia de Ensino* (Roxo); com percentuais próximos, a 13,6%, engloba termos que refletem estratégias utilizadas para ensinar e aprender conteúdo. São agrupados por palavras elencadas ao PK: avaliação, data show, mostrar, projetar, explicar,

nome, e formulário, mostram a interação em sala de aula, bem como a maneira como os alunos irão assimilar o conteúdo.

Notadamente na classe 4 desenvolve o conhecimento de conteúdo (CK), nos quais analisamos pontos argumentativos dos professores pelos trechos do corpus em análise.

[...] assim nós mostramos por turma no data show em uma determinada sala, levamos e mostramos o gráfico, as habilidades que não foram consolidadas, aquelas que eles tiveram dificuldade, essa parte nós fazemos com eles. Agora a avaliação normal nós não fazemos nem eu e nem outro professor, exatamente porque nós não temos as ferramentas. (Professor P22, 2024).

Para resolver as coisas tudo até as operações básicas eles querem resolver na calculadora né? Então a gente tem muita dificuldade de fazer o aluno pensar os meninos estão muito preguiçoso² para estudar. [...] até multiplicação simples, divisões, se deixar eles querem usar a calculadora, eu entendo que habituar com isso, não é bom né? (Professor P1, 2024).

Podemos ainda concluir: O P 22, utiliza gráficos para apresentar aos alunos os resultados das avaliações concisamente, reconhece que não possui as ferramentas necessárias, falta de recursos ou a necessidade de um sistema de avaliação mais complexo. A falta de ferramentas adequadas pode indicar a necessidade de formação continuada dos professores para poderem utilizar outras ferramentas de avaliação e obter informações mais precisas sobre o desempenho dos alunos.

O P1, revela uma preocupação com o uso excessivo de calculadoras por parte dos alunos, especialmente para operações básicas, associa esse hábito à falta de pensamento crítico e à preguiça por parte dos estudantes ao evitar o cálculo mental e o uso de algoritmos. Porém, essa mesma fala pode refletir uma resistência à mudança e à incorporação de novas tecnologias no ensino da matemática, parecendo defender uma abordagem mais tradicional, com foco no domínio de algoritmos e cálculos mentais, bem como não estar familiarizado com as diferentes formas de utilizar as TD.

2.5.5 Análise de Similitude

A análise de similitude se baseia na teoria dos grafos, possibilitando a identificação de ocorrências entre as palavras (Camargo; Justo, 2013). Ela é uma técnica frequentemente utilizada em estudos linguísticos e análise de dados textuais para identificar e visualizar a

² O texto não foi editado, mas transcrito na íntegra, respeitando-se a linguagem coloquial dos professores.

A partir dessa análise foi possível inferir a estrutura de construção do texto e os temas de relativa importância, pela ocorrência entre as palavras sob várias perspectivas, incluindo as metodológicas, pedagógicas, tecnológicas e contextuais.

A análise apresentou 8 grupos, tendo cada um uma palavra de destaque a qual mantém uma forte relação com a palavra principal – tecnologia, sendo que as palavras menos expressivas se encontram nas extremidades dos grupos. Exemplificamos no agrupamento em que a palavra utilizar destaca, aparecendo 326 vezes, seguidamente das palavras, ferramenta, recurso, GeoGebra, e por último Google com 25 ocorrências.

O balão amarelo ocupa a posição central e com o conceito de "tecnologia", agrupa termos como Matemática, aprender, digital, professor, dificuldade, capacitação e conhecimento. Esses termos refletem os aspectos fundamentais da pesquisa em tecnologias digitais no ensino de Matemática, enfatizando a importância da formação continuada. O balão roxo, centrado em "utilizar", inclui termos como ferramenta, GeoGebra, software, curso, avaliação e Google. Essa categoria destaca o conhecimento tecnológico, e professores procurando integrar as TD no ensino de Matemática.

A aprendizagem, representada pelo balão verde cana, é outro conceito central, envolvendo termos como aula, planejar, sala, tecnológico, data show, dar e planejamento. Aborda os processos de ensino e aprendizagem com foco no conhecimento pedagógico.

O balão rosa, centrado em "mais", agrupa termos como formação, acabar, depois, novo, ensinar, passar e quadro. Essa categoria aborda os desafios encontrados pelos professores, destacando a formação e expressa o ensino tradicional. O engajamento nas atividades com TD é o tema central do balão vermelho, centrado em “falar”, e agrupa termos como igual, olhar, tempo, colocar e demais. Expressam a intencionalidade dos professores com as tecnologias.

O balão azul escuro, com foco na forma "muito", contém termos como gosto, bom, bem, querer, achar e principalmente. Esse balão concentra o grau de satisfação dos professores com as tecnologias digitais. O balão verde, que inclui termos como aluno, escola, acesso, computador, internet, plano e laboratório, destaca a integração das práticas pedagógicas com a tecnologia, nesse contexto acende o conhecimento pedagógico da tecnologia.

Para Kurz e Bedin (2023), a Nuvem de Palavras é formada por agrupamentos de termos de acordo com a sua frequência e de sua densidade nas pesquisas investigadas.

Por meio deste método, as palavras são agrupadas graficamente em função da sua frequência na área correspondente ao centro da nuvem de palavras, proporcionando facilmente a identificação das palavras-chave do *corpus* de investigação. Isto é, as palavras com maior frequência de aparecimentos nas pesquisas são posicionadas no centro da nuvem e escritas em tamanho maior, sendo este diretamente proporcional ao número de ocorrências do termo nas pesquisas (Kurz; Bedin, 2024, p. 8).

A palavra tecnologia está vinculada ao tema da dissertação, entretanto abordada em quase todas as perguntas da entrevista, foi notável sua representatividade na nuvem de palavras.

[...]usando tecnologia digitais vejo a Matemática como sendo aprendida de maneiras específicas e que a tecnologia promove a aprendizagem, eu creio sim, que a tecnologia se fosse trabalhada de forma correta, se o aluno aceitasse de forma que deveria, ela proporcionava assim um bom aprendizado, (Professor P22, 2024).

[...]eles não conseguem enxergar a Matemática dentro da tecnologia que eles estão utilizando e isso exatamente por utilizar muito [...] (Professor P27, 2024).

A fala, do P22, expressa a crença de que a TD pode ser uma ferramenta poderosa no ensino da Matemática, acredita que com elas, a Matemática é aprendida de maneiras diferentes, tornando os conteúdos mais interessantes e acessíveis, reconhecendo o engajamento dos alunos no uso das TD. Mas destaca a importância de alguns fatores para que essa potencialidade seja realizada, onde vê a necessidade de uso consciente, estratégico e disciplinado dessas ferramentas.

O P27, critica o uso excessivo das tecnologias, o modo que estão usando, visto que manuseiam bastante, podendo interferir nos resultados do ensino e aprendizagem, pois não conseguem enxergar a Matemática dentro da tecnologia. Podendo tornarem dependentes digitais, e levar a falta de desenvolvimento de habilidades matemáticas básicas, como o cálculo mental e a resolução de problemas sem o auxílio da TD.

Fazendo inferência à fala dos professores, nota-se que a tecnologia pode oferecer visualizações e simulações que facilitam a compreensão de conceitos matemáticos, mas, por outro lado, pode dificultar a abstração e a generalização desses conceitos. Para que a tecnologia seja um recurso eficaz, é preciso que ela seja utilizada de forma intencional e integrada aos

objetivos pedagógicos, permitindo que os alunos estabeleçam conexões significativas entre os conceitos matemáticos e as ferramentas digitais. A Fig. 15 apresenta um recorte do corpus textual no software IRaMuTeQ, no qual é possível observar os trechos das transcrições das entrevistas.

Figura 15 - Recorte do corpus textual no *software* IRaMuTeQ, onde foi constatada a palavra de maior frequência

```
**** *P_20 *Sex_2 *Id_40_50 *Esc_Raim_N_Fon *Mun_L_P * Tempo_15_20 *Mod_S *ctx_1 *ctx_2 *ctx_3 *ctx_4 *ctx_5
```

sim pode falar nada no whatsapp sim sim alguns tópicos que são abordados no currículo eles dão essa abertura né para a gente usar a tecnologia mas vejo ainda que não são todos viu agnaldo

exatamente alguns ainda precisam ainda daquela aula mesmo bem data aquela aula lá naquela aula mesmo de sala de aula de conversar e tudo que não só a tecnologia vai resolver né

tá quanto aos cursos que são ofertados na verdade é a gente não tem mais não tem tem que ficar de estar atualizando essa atualização mas a gente procura sempre está atualizado

que é isso é quando eu me sento em casa e procuro por exemplo eu vou dar uma geometria para o meu aluno aí eu consigo ir lá no geogebra e aí eu consigo dar uma aula melhor para eles visualizarem para eles

Fonte: Elaboração própria – com auxílio do *software* IRaMuTeQ.

Embora as tecnologias digitais apresentem vantagens evidentes, sua adoção em contextos educacionais frequentemente enfrenta desafios consideráveis. Segundo Dusi, Pedrosa e Santos (2024):

Interrogar-se sobre o uso das tecnologias na educação envolve repensar aspectos associados à democratização das tecnologias na educação e à relação potencial e pedagógica das tecnologias digitais com o outro no mundo social, bem como os enfrentamentos sobre os limites à compreensão mútua e ao conhecimento em polissemia (Dusi; Pedrosa; Santos, 2024, p. 7).

Alguns professores como P04, P07 e P23 argumentaram que as tecnologias digitais nem sempre trazem benefícios claros ao trabalho docente, o que evidencia a necessidade de debates e reflexões mais amplas sobre sua popularidade crescente.

Nós levamos os alunos para o laboratório mas, para simplesmente serem consumidores passivos da tecnologia. Não acredito, não atinge o ensino. Está faltando muito, tanto na preparação do uso, capacitação para nós professores, como na compreensão pelos alunos, de que eles podem utilizar a tecnologia para sua aprendizagem. Professor e aluno, não utilizam de forma adequada, então, acredito que não está sendo atingida ainda, (Professor, P04, 2024).

[...] aí quando fala assim, vamos para o laboratório; é para eles uma festa. Os meninos do tempo integral, apesar [...] eu vejo quando o professor fala com eles assim, olha se tiver um bom comportamento, próximo horário eu levo para o laboratório. Para eles é coisa de outro mundo, chama atenção. Então é diferente, (Professor, P07, 2024).

[...] principalmente as escolas em que tem o tempo integral, o que acontece muitas vezes, o professor leva o aluno para o laboratório de informática. Para ficar ali jogando, simplesmente está ocupando um tempo ansioso do aluno, nem um tanto preocupado com foco no aprendizado, só mesmo lúdico, (Professor, P23, 2024).

As narrativas dos professores revelam um cenário desafiador no uso das tecnologias digitais na educação básica, especialmente quanto à sua integração significativa no processo de ensino e aprendizagem. Os relatos destacam que, muitas vezes, os laboratórios de informática são utilizados de forma superficial, promovendo um consumo passivo da tecnologia por parte dos alunos, sem explorar seu potencial pedagógico. A fala do Professor P04 expõe a necessidade de capacitação tanto para docentes quanto para alunos, apontando que a falta de preparo limita o uso efetivo das ferramentas digitais.

Já o Professor P07 enfatiza como o acesso ao laboratório é percebido pelos alunos como um momento de recompensa ou diversão, o que demonstra a ausência de uma abordagem intencional voltada para a aprendizagem. Por sua vez, o Professor P23 aborda uma prática recorrente em escolas de tempo integral, nos quais os laboratórios são usados para ocupar o tempo dos alunos, sem foco claro em objetivos educacionais. Essas narrativas apontam para a urgência de repensar as práticas pedagógicas com tecnologias digitais, promovendo formações continuadas que capacitem professores a utilizá-las de forma crítica, intencional e alinhada às necessidades do ensino contemporâneo.

Este estudo fundamenta-se no modelo teórico Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), de Mishra e Koehler (2006), e utiliza a abordagem de Niess et al. (2009) para avaliar o TPACK de professores participantes. O modelo propõe uma progressão em cinco níveis no Mathematics TPACK:

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, grifo nosso)

Com base na experiência da pesquisa, constatou-se que nenhum professor alcançou o nível 5 do TPACK. A maioria evidenciou competências no nível 3, correspondente à familiarização, utilizando tecnologias como suporte pedagógico, mas sem explorar plenamente seu potencial em benefício dos alunos. No entanto, com o aprofundamento de estudos sobre o tema, vislumbra-se a possibilidade de ampliar conhecimentos sobre tecnologias digitais, suas potencialidades e contribuições para o ensino de Matemática.

2.6 Considerações

A aplicação do software IRaMuTeQ possibilitou realizar vários tipos de análises. Os resultados das análises dos dados selecionados, evidenciaram que a utilização das TD nas aulas de Matemática propicia aos alunos, não apenas promover o ensino e aprendizagem de saberes inerentes à Matemática, mas a integração, domínio de recursos tecnológicos, proporcionando a inclusão digital e tecnológica.

A utilização das TD no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, conectam os alunos à cultura digital a qual estão inseridos fora do âmbito escolar, uma educação digital formal. As implicações desse estudo para as TD no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, de modo a oportunizar acesso a recursos diversificados, colaboração e compartilhamento, tornando a sala de aula num ambiente criativo, inovador, preparando os alunos para um futuro em que a competência digital é cada vez mais essencial.

Ao professor cabe investimento na formação continuada para a melhoria da qualidade da educação e para o desenvolvimento de um sistema educacional mais eficaz e equitativo. Conhecimento de ferramentas e recursos, planejamento de aulas integradas com TD são primordiais, além disso, criar e utilizar materiais didáticos digitais, desenvolvendo a competência em tecnologia digital.

Em última análise, é necessário que haja melhorias na infraestrutura das escolas nas quais esses professores atuam para poderem explorar as habilidades digitais e pedagógicas, melhorando a qualidade da educação.

Finalmente, o desenvolvimento dessas competências digitais permitirá que os professores não apenas acompanhem as mudanças tecnológicas, mas também liderem a integração eficaz dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando uma educação mais rica e relevante.

2.7 Referências

- ABAD, Alberto; ABAD, Thais Marques. Análise de conteúdo na pesquisa qualitativa. *Alternativas cubanas en Psicología*, v. 10, p. 28, 2022. <https://acupsi.org/wp-content/uploads/2022/03/03-Analisis-contenido-AAbad-TMarques.pdf>
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo; GADANIDIS, George. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. 3a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.
- BORBA, M. C. e outros. *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*. Rio de Janeiro: Art. Bureau, 1999.
- BRASIL. *Base nacional comum curricular*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2018.
- CAMARGO, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. *Tutorial para uso do software IRaMuTeQ*. Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição - UFSC – Brasil www.laccos.com.br. Florianópolis, 22 de novembro de 2021.
- CAMARGO, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. *Tutorial para uso do software de análise textual IRAMUTEQ*. Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição, Universidade Federal de Santa Catarina. 2013. Recuperado de: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>.
- CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Três novas competências digitais essenciais para os professores nos dias de hoje. Disponível em: <https://cieb.net.br/tres-novas-competencias-digitais-essenciais-para-os-professores-nos-dias-de-hoje>. Acesso em: 20 julho 2024
- CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato. TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. *Imagens da Educação*, Maringá (PR), v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017 DOI: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615>
- DUSI, Luciana de Lima; PEDROSA, Stela Maria Peixoto de Azevedo; SANTOS, Sonia Regina Mendes dos. Tecnologias digitais e aprendizagem docente: histórias em função de um

saber específico. *Revista da FAEBA - Educação e Contemporaneidade*, [S. l.], v. 33, n. 74, p. 119–132, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21879/faeaba2358-0194.2024.v33.n74.p119-132>

FAINGUELERNT, Edwiges Kulcsar; GOTTLIEB, Fanny Cristina (Org.). *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*. Rio de Janeiro: Art Bureau, p. 75-94, 1999.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 500–528, ago. 2015.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados, 2006.

FRANCO, Maria Amélia do Rosário Santoro. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. (on-line), Brasília, v. 97, n. 247, p. 534-551, set./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2176-6681/288236353>

FREIRE, Paulo. *Ação cultural para a liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

KURZ, Débora Luana; BEDIN, Everton. O ensino de ciências nos anos iniciais: um panorama das pesquisas nacionais. *Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade*, Salvador, v. 32, n. 70, p. 272-294, abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.21879/faeaba2358-0194.2023.v32.n70.p272-294>

LEITE, Samara Ferreira; FONSECA, Rossane Keile Sales da; *O uso das tecnologias digitais e informação e comunicação TDICs na educação básica: Desafios e Vantagens*. (Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática na Modalidade Educação a Distância), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Patos, PB. 2021.

MARCELO, Carlos. A identidade docente: constantes e desafios. *Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores*, Belo Horizonte: ANPED; Belo Horizonte: Autêntica, v. 01, n. 01, p. 109-131, 2009.

MINAS GERAIS. *Currículo Referência de Minas Gerais*. 2021. Disponível em: <Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/curriculos_estados/documento_curricular_mg.pdf

MINAYO, Maria Cecília de Souza. DESLANDES; Suely Ferreira, GOMES; Romeu. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 26 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2007.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf

NIESS, Margaret L.; RONA, Robert N.; SHAFER, Kathryn G.; DRISKELL, Shannon O.; HARPER Suzanne R.; JOHNSTON, Christopher; BROWNING, Christine; Özgün-Koca, S. Asli; Kersaint, Gladis. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/mathematics/mathematics-teacher-tpack-standards-and-development-model/>

PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni; NACARATO, Adair Mendes. Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 119-135, 2018.

REIS, Darianny Araújo dos; NEGRÃO, Felipe da Costa. O uso pedagógico das tecnologias digitais: do currículo à formação de professores em tempos de pandemia. *Revista da FAECEBA - Educação e Contemporaneidade*, [S. l.], v. 31, n. 65, p. 174-187, 2022. <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2022.v31.n65.p174-187>

REZENDE, Guelly Urzêda de Mello; AMARAL, Ivoneides Maria Batista do; VITAL, Sandra Maria dos Santos; SILVA, Carina Duarte Martins da; SCHNEIDER, Franciane Aparecida Duarte Martins. PESQUISAS INOVADORAS EM EDUCAÇÃO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], p. 07-205, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16238>. Acesso em: 23 nov. 2024.

SAMPAIO, Patrícia Alexandra da Silva Ribeiro; COUTINHO, Clara Pereira. Integração do TPACK no processo de ensino/aprendizagem da matemática. *Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância*, v. 6, n. 10, 2014. <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/358>

SHULMAN, Lee S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986. <https://www.wcu.edu/webfiles/pdfs/shulman.pdf>

SHULMAN, Lee. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987. <https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. O conhecimento pedagógico do conteúdo: modelos e implicações ao ensino de ciências. *Revista Epistemologia e Práxis Educativa*, Teresina, ano 03, v. 3, n. 02, mai./ago., 2020. DOI: <https://doi.org/10.26694/epeduc.v3i2.11412>

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1987.

SIQUEIRA, Raquel Almeida Ferreira. *Competências digitais docentes: desenvolvimento de um modelo pedagógico de autoavaliação*. 2024. 225 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Educacional) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

Tecnologias digitais no ensino da Matemática: Acesso e inovação pedagógica

Digital technologies in teaching Mathematics: Access and pedagogical innovation

Resumo: Este artigo traz os resultados de uma pesquisa, baseada no acesso às tecnologias, que teve como participantes professores de Matemática da Educação Básica de escolas públicas. É uma pesquisa de cunho qualitativo, com a realização de entrevista que teve como parte da estratégia o emprego de tecnologias, inclusive de caráter digital. 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. Softwares. Matemática. Ensino. Acesso.

Abstract: This article presents the results of a research, based on access to technologies, which had Basic Education Mathematics teachers from public schools as participants. It is a qualitative research, with interviews carried out with the use of technologies, including digital ones, as part of the strategy. Thus, the investigation aims to investigate the continuing training needs of Mathematics teachers in relation to access and use of digital technologies in Mathematics teaching. The research is supported by the theoretical construct of Technological and Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Interactions between the various schools and different municipalities showed that digital technologies (DT), despite the benefits, due to the use of more dynamic and collaborative methods, effective implementation faces challenges, such as the lack of adequate infrastructure, obstacles to continued training and inequality access to digital technologies.

Keywords: TPACK. Software. Mathematics. Teaching. Access.

3.1 Introdução

O ensino da Matemática com acesso a tecnologias digitais (TD), oferece novas oportunidades para que os alunos explorem conceitos matemáticos de forma interativa e envolvente. Permitem que os professores criem ambientes de aprendizagem mais eficazes.

Torna o ensino mais dinâmico, interativo e eficaz, preparando os alunos para a vida em uma sociedade cada vez mais digital.

No entanto, é importante lembrar que a integração das TD no ensino da Matemática requer uma abordagem cuidadosa e planejada. Os professores precisam ter acesso a recursos e apoio para desenvolver suas habilidades digitais e criar ambientes de aprendizagem eficazes.

Na mesma direção, Martins e Macêdo (2023), pontuam: “Nesse contexto, convergem as necessidades de se propiciar condições e formações continuadas para que os professores realizem o trabalho escolar usufruindo das mídias, dos recursos tecnológicos e digitais, disponíveis no mercado, que contribuem e dialogam com os propósitos educacionais” (Martins e Macêdo, 2023, p. 4).

Certamente, o acesso às tecnologias digitais (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 se beneficiar dessas ferramentas.

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, na Matemática escolar, não apenas como um tema a investigar, mas como um componente, superando desafio e aproveitando oportunidades.

Ao considerar os benefícios dessas ferramentas, torna-se essencial que os professores sejam capacitados para utilizar efetivamente as TD no ensino da Matemática. Isso inclui formação continuada e suporte para poderem integrar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas.

A importância do tema “*Tecnologias digitais no ensino da Matemática: Acesso e inovação pedagógica*”, 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, procurou-se 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?*

Partindo dessa 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 tecnologia emergem, pois, à medida que o conhecimento da tecnologia 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; 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 tecnologias digitais pelos professores de Matemática e como isso impacta o ensino; *ii-* informar

sobre oportunidades de formação contínua que visem aprimorar o TPACK; *iii*- identificar quais TD que os professores estão utilizando na gestão de aprendizagem e como são aplicadas nas aulas.

A priori, discutimos o TPACK dos professores de Matemática, bem como elementos relacionados ao ensino, ao acesso às TD, que permitem estudar e compreender os níveis de desenvolvimento do TPACK dos professores participantes das entrevistas, por meio dos relatos revelados por esses profissionais, quando relatam suas práticas. Ademais, possibilitam refletir, conjecturar, correlacionar e averiguar de acordo com a estrutura teórica abordada, o TPACK.

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 tecnologias digitais 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. E como complemento 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 a entrevista desenvolvida com os professores de Matemática, com o fim de desvendar como o acesso às tecnologias digitais impacta a qualidade do ensino e a aprendizagem em diferentes contextos educacionais, considerando a formação continuada como variável determinante.

Por fim, apresentaremos os resultados das etapas da pesquisa, para cuja conjugação das análises apoiamos em Bardin (2024). Já as conclusões e considerações ocorrem via *framework*, no qual Niess, Sadri e Lee (2007) propuseram um modelo de desenvolvimento do TPACK para professores de Matemática.

3.2 O TPACK dos professores 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 de forma eficaz e significativa em suas aulas. 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 trabalho de Shulman (1986), sobre o conhecimento do professor, especialmente o conhecimento pedagógico do conteúdo, que pode ser considerado a gênese conceitual e serviu como base para o desenvolvimento do TPACK. Shulman argumenta que os professores para serem bem sucedidos, teriam que enfrentar ambos os problemas (de conteúdo e pedagogia) ao mesmo tempo, incorporando os aspectos de conteúdo mais pertinentes para sua "teachability" (habilidade de ensinar) (Shulman, 1986, p. 9, tradução nossa).

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 para os alunos. 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), nos quais com seus estudos foram aprimorados, e

mudando a concepção do PCK para ele e para o mundo. “Educação não transforma o mundo, Educação transforma pessoas. Pessoas transformam o mundo” (Freire, 1979, p. 84).

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.

E 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, concentre-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 estende a abordagem de Shulman (1986) ideia de conhecimento de conteúdo pedagógico para incluir tecnologia, e este aspecto é consistente com o trabalho de outros estudiosos nesta área que defendeu uma construção semelhante (Koehler e Mishra, 2005, p. 2, tradução nossa).

Esses autores popularizaram o conceito de TPCCK, 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 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 tecnologias digitais 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 conhecimento pedagógico e o conhecimento específico da disciplina que ensinam.

A formação de professores tem traçado caminhos diversos na tentativa de acompanhar o que o professor e a sociedade vão exigindo. Ao considerar isso, Farina e Benvenuti (2024) dialoga sobre o papel crescente na educação, e a necessidade de formação contínua 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).

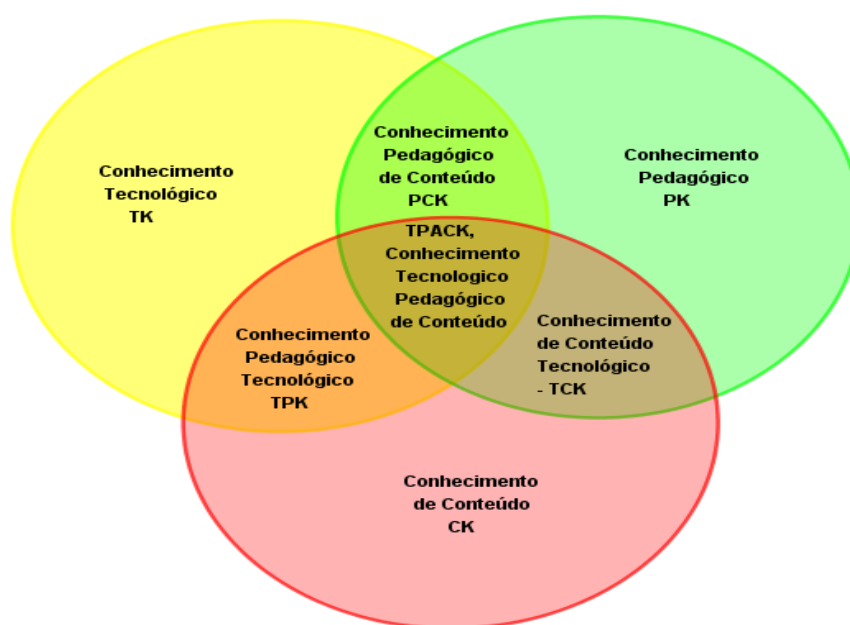
Assumindo, a compreensão de Silva, Junior e Samá (2024), onde o professor tem que fomentar práticas contextualizadas, conectando teoria e aplicação na era digital, entendendo que,

No TPACK, busca-se que o docente compreenda como conceitos podem ser representados fazendo uso das tecnologias. Para isso, o professor deve ser capaz de buscar alternativas pedagógicas que, com o uso das tecnologias, permitam que os estudantes alcancem ou ampliem a compreensão de conceitos complexos, superando

dificuldades de aprendizado, e compreendam como as tecnologias podem ser usadas para desenvolver ou fortalecer epistemologias (Silva, Junior & Samá, p.6, 2024).

Assim, o TPACK (Fig. 16) 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 como eles se relacionam, os professores podem utilizar as tecnologias digitais de forma mais eficaz para promover a aprendizagem de seus alunos.

Figura 16 - Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo



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

3.3 O panorama das tecnologias digitais no ensino da Matemática

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

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

Em outras palavras, este livro pode ser pensado como uma forma de ação local, como uma maneira de abrir possibilidades para que a inclusão digital se faça de forma que realce o que de novo essas tecnologias podem trazer para a educação, para expandir a sala de aula. (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 16).

Os autores discutem a importância da formação de professores para o uso eficaz dessas tecnologias, além de apresentar experiências práticas e estudos de caso que ilustram como as tecnologias 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 tecnologias digitais 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.

Essa tecnologia assumiu nomes distintos que simbolizaram diferentes épocas: Logo, informática, educação Matemática online, tecnologias da informação, tecnologias da informação e comunicação, internet etc. Os diversificados termos utilizados enfatizaram diferentes aspectos desta tecnologia que, como o título sugere, está em movimento. (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020, p. 16).

Analisando as cinco fases das tecnologias digitais no ensino da Matemática, no contexto da "sala de aula em movimento", tanto em ambientes presenciais (sala de aula) quanto virtuais (internet) podem ser resumidas da seguinte forma:

1. *Fase da Introdução*: Nesta fase, as tecnologias digitais começam a ser incorporadas ao ambiente escolar. Ferramentas básicas, como calculadoras e softwares 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 tecnologias 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 se torna 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 tecnologias digitais são plenamente integradas ao processo educacional, permitindo uma abordagem colaborativa e multidisciplinar. Os alunos se tornam protagonistas de sua aprendizagem, utilizando ferramentas digitais para explorar, investigar e criar, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado.

É notório que o professor necessita se adaptar às novas exigências, precisa rever seus procedimentos e até mesmo a sua maneira de ensinar, aprender, pesquisar, analisar a ciência e de encarar a vida. Deverá assumir um papel de organizar, administrar e regular situação de aprendizagens, deixando de ser o dono do saber e o controlador da aprendizagem, para ser um mediador que estimula a curiosidade, o debate e a interação com os outros participantes do processo. (Sousa, et. al., 2016, p. 56).

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).

Com aulas remotas e professores aprendendo a usar plataformas de ensino *online*, *softwares* educacionais e ferramentas de vídeo conferência, 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-se identificar no 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).

Com isso, a quinta fase transformou o modo como as pessoas se comunicam, se educam e consomem conteúdo. Essa tendência parece ter vindo para ficar, mesmo que a educação esteja em crise. Professores estão em crise! Vivendo em estado de indecisão, as mudanças acontecendo e não sabendo lidar com elas.

3.4 Metodologia

O uso pedagógico das tecnologias digitais (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 tecnologias digitais nesse campo no Brasil.

Visto que, a utilização de tecnologias digitais pode impactar significativamente tanto a prática pedagógica dos professores, quanto a aprendizagem dos alunos.

Por esses motivos, buscamos *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*, e nessa busca adotamos uma metodologia qualitativa.

Em conclusão, pode dizer-se 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 pretende analisar e interpretar dados previamente coletados, além de fundamentar 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, valoriza-se mais o aprofundamento da entrevista do que a extensão da amostra. Essas transcrições forneceram informações ricas e relevantes para a análise na formação continuada dos professores participantes da pesquisa na região estudada.

3.5 Instrumentos de Coleta de Dados

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

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 (Apêndice V), dividido em duas seções: (a) caracterização do docente e (b) integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática e a postura do professor, alinhando-se às novas perspectivas da educação.

Na segunda unidade amostral, foram realizadas entrevistas semiestruturadas (Apêndice V) de forma remota com professores de Matemática da Educação Básica, utilizando a plataforma *Google Meet*.

Entrevistas semi-diretivas (também chamadas com plano, com guia, com esquema, focalizadas, semiestruturadas), mais curtas e mais fáceis: seja qual for o caso, devem ser registradas e integralmente transcritas (incluindo hesitações, risos, silêncios, bem como estímulos do entrevistador). (Bardin, 2016, p. 93).

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.

3.6 Análise dos Dados

Adotamos extratos do método de análise de conteúdo proposto por Bardin (2016), utilizando a técnica de análise temática ou categorial. Essa abordagem nos permitiu desenvolver categorias analíticas principais, secundárias e subcategorias, a partir dos discursos dos participantes, ainda para elucidar nosso conhecimento.

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

3.6.1 Elaboração das categorias de análise

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

A primeira das técnicas é a Análise Categorial, 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, 2024, 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 facilitar a identificação dos conhecimentos contidos nas falas dos entrevistados durante a análise, dividimos essas falas em categorias, de acordo com o assunto abordado, que pode ser o uso de ferramentas, questões de contexto, visões pedagógicas, buscamos apoio no Comitê de Tecnologia AMTE, onde Palis (2010) exemplifica esses níveis do Mathematics TPACK a partir de cinco dimensões: currículo, avaliação, ensino, aprendizagem e acesso.

Considerando os objetivos do presente trabalho, interessa-nos particularmente as dimensões *Ensino* e *Acesso*. Discutiremos nessa dimensão do TPACK e 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 (Quadro.4).

Quadro 4. Indicadores de níveis de Mathematics TPACK e descritores para os temas Ensino e Acesso no modelo de desenvolvimento TPACK do professor de Matemática

Tema	Códigos (Nível de TPACK)	Descritores
Ensino	Conhecimento (reconhecer)	Ensinar a tecnologia rouba tempo do ensino; não integrar a tecnologia para desenvolver conceitos matemáticos; usar tecnologia por conta própria no reforço ou atividades de rotina.
	Persuasão (Aceitação)	Utilizar a tecnologia como estratégia de ensino; ter flexibilidade em termos de conhecimentos tecnológicos; usar a tecnologia de forma dirigida e com tarefas alheias às desenvolvidas na sala.
	Decisão (Adaptação)	Reforçar ideias matemáticas ensinadas anteriormente utilizando tecnologias; incorporar tecnologia e manter o controle sobre o andamento da aula; começar a adaptar abordagens instrucionais que dão oportunidades de exploração aos alunos em parte das aulas com tecnologias digitais.
	Implementação (Exploração)	Propor atividades guiadas que exigem alto nível de raciocínio e fazem uso da tecnologia como uma aliada na construção de conhecimentos; compartilha com seus pares aulas já testadas, baseadas em tecnologia, ideias matemáticas e sucessos; explorar várias estratégias instrucionais (incluindo estratégias dedutivas e indutivas) para engajar raciocínios matemáticos; incorpora variedade de tecnologias em diversos tópicos.
	Confirmação (Avançado)	Aceitar a tecnologia como ferramenta de ensino e de aprendizagem matemática, facilitando a compreensão de conceitos e processos matemáticos; adaptar várias estratégias instrucionais (incluindo estratégias dedutivas e indutivas) para engajar os raciocínios matemáticos; manter a atenção e a autonomia no aprendizado de Matemática usando suporte tecnológico.
Acesso	Conhecimento (reconhecer)	Permitir o uso de tecnologia somente após o domínio de certos conceitos; ter resistência ao uso de tecnologias mesmo se estas tornarem o conteúdo mais acessível; limitar o acesso à tecnologia para atividades rotineiras ou de memorização.
	Persuasão (Aceitação)	Preocupar com questões de acesso e administração relacionadas à incorporação de tecnologia.
	Decisão	Usar a tecnologia como ferramenta para aprimorar o ensino e como uma nova maneira de abordar a matemática; compreender que conceitos aprendidos com tecnologias podem ser avaliados com tecnologia; entender que conceitos ensinados com TD, são ensinados

Acesso	(Adaptação)	de forma diferente já que a tecnologia dá acesso a conexões previamente fora do alcance.
	Implementação (Exploração)	Permitir o uso da tecnologia no ensino de matemática, na exploração de tópicos específicos de maneira inovadora e interativa; falar que a tecnologia é assegurada, sendo encorajada durante as aulas, promovendo uma exploração Matemática rica e diversificada; reconhecer os desafios que podem surgir ao integrar a tecnologia no ensino da matemática, mas se empenha em desenvolver estratégias e ideias que minimizem esses obstáculos; averiguar tópicos que sejam explorados, aplicados e avaliados incorporando representações múltiplas de conceitos e suas relações integrando tecnologias digitais.
	Confirmação (Avançado)	Integrar a tecnologia em todos os aspectos das aulas, enxergando-as como uma oportunidade valiosa para questionar as noções sobre quais conteúdos matemáticos dominam; reconhecer os desafios do ensino de Matemática por meio da tecnologia e enfrenta essas dificuldades com um planejamento abrangente, visando maximizar o uso dos recursos e ferramentas disponíveis; empregar a tecnologia para aprofundar os conceitos matemáticos, tornando-os mais acessíveis; explorar tópicos e relações matemáticas mais complexas como parte de sua experiência de aprendizagem habitual.

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

No desenvolvimento do trabalho, orientamos por um roteiro de entrevista, cujas ideias centrais suscitaram reflexões sobre o referencial teórico Mathematics TPACK (Quadro 5). Este referencial serviu de guia para elencar o objetivo da pesquisa.

Com vistas a *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*, criamos as categorias com dois focos e indicados por *Ensino (E)* e *Acesso (A)*, as subcategorias foram classificadas e depois reagrupadas em unidades de registro de acordo com suas semelhanças e cada uma dessas unidades corresponde a um segmento de texto classificado como unidade de contexto.

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).

Concordando com Abar e Esquincalha (2017), é pertinente questionar se algum quadro teórico específico é capaz de abranger todas as variáveis envolvidas na formação de professores. “Acreditamos que dificilmente isso será possível, principalmente porque o ambiente educacional é dinâmico, e são exigidas novas competências a todo momento e, mesmo que sejam alocados em grandes grupos, alguns componentes poderão ficar de fora” (Abar e Esquincalha, 2017, p. 6).

Quadro 5. Categorização dos depoimentos das participantes 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 tecnologia digital	Didática	Relevância do currículo na instrumentalização docente.	12
	Conteúdo	Impacto da tecnologia na representação de conceitos matemáticos	14
	Recursos	Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas	20
	Tecnologia	Tecnologias em diversos contextos	18
A formação continuada promovendo o acesso Digital	Acessibilidade	Ambiente propício às necessidades educativas contemporâneas	26
	Formação continuada	Desempenho acadêmico	19
	Engajamento	Motivação profissional	12

Fonte: Elaboração própria – Os autores (2024).

Assim, devemos refletir sobre a adequação do modelo proposto por Shulman e demais pesquisadores que fundamentam esse estudo, especialmente em relação à complexidade das competências exigidas no exercício da docência.

3.6.2 Resultados e reflexões

A categoria *Transformando o ensino através da tecnologia digital* — indicador E, Quadro 3, 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, em correlacionar *Ensino* e *Acesso*, em cenários educativos prezam por uma educação contemporânea, tornando o TPACK uma ferramenta valiosa para professores aprimorar e inovar suas práticas de ensino.

O Quadro 3, 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 em uma realidade onde 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, com as competências, com tudo (Professor P25, 2024)³.

Na subcategoria, *Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas*, de maneira que realmente complementa e enriquece o currículo é um desafio constante. “A busca por entender os saberes docentes, seu desenvolvimento e utilização, tem sido uma questão recorrente” (Palis, 2010, p. 3). E, o Professor P05 disse que,

[...]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).

No entanto Gomes, André e Morais (2024), destaca a necessidade de um ensino em função das diferentes representações dos conceitos matemáticos,

³ 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.

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, 2024).

Entende-se que para desenvolver competências tecnológicas requer tempo, prática e domínio para um ensino eficaz.

Para superar esta necessidade, é de fundamental importância que o professor busque a formação continuada e dote de conhecimentos necessários ao bom desempenho de sua prática pedagógica. Nesse sentido, Martins e Macêdo (2023), convergem as necessidades de se propiciar condições e formações continuadas para que os professores,

O caminho didático para a formação de professores é refletir primeiramente, sobre a prática pedagógica da qual o docente é sujeito. Essa abordagem das relações entre teoria e prática, e entre desenvolvimento e formação profissional, tem ocupado um lugar de destaque nos estudos e debates recentes sobre a formação de educadores. O professor molda o seu caráter formador pedagógico quando em sua prática a apropriação de aprendizagens e a competência estejam articuladas, visando à promoção da prática educativa democrática (Martins & Macêdo, p. 4, 2023).

Essa ampliação de conhecimento do professor com as tecnologias digitais 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

Analisando os *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).

Para Zorzin e Silva (2022), perante a diversidade de tecnologias digitais existentes, há aquelas que contribuem muito para a fixação de conteúdo específicos, como é o caso do GeoGebra. “Ele é um programa livre, que trabalha simultaneamente com geometria plana,

geometria espacial, álgebra, estatística e cálculos matemáticos, sendo categorizado como um software de Matemática dinâmica” (Zorzin; Silva, 2022, p. 2).

Na *Integração de tecnologias em técnicas pedagógicas*, professores vêm utilizando de forma estratégica para alcançar seus objetivos pedagógicos, conforme manifesto.

[...] 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).

Portanto, professores compartilham com seus pares aulas já testadas, baseadas em tecnologia, manifestando ideias matemáticas e sucessos atingidos.

Em *Tecnologia em diversos contextos* o Professor P15 disse que:

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).

Diante desse contexto, Kenski (2022) afirma que “professores bem formados conseguem ter segurança para administrar a diversidade de seus alunos e, junto com eles, aproveitar o progresso e as experiências” (Kenski, 2022, p.103).

O indicador A, cuja unidade temática é *Acesso*, tem-se que a formação continuada é fundamental para promover o acesso digital, especialmente em um mundo cada vez mais conectado. Conforme Santos e Macêdo (2024), “Nesse sentido a necessidade de formações complementares em TD para os professores desse novo cenário deve ser objeto de discussão nos órgãos responsáveis pela Educação e incentivá-los a estudar, inovar e conhecer as novas ferramentas” (Santos; Macêdo, 2024, p. 9).

Essa demanda envolve criar condições para a concretização da formação continuada, visando atualizar e expandir as habilidades dos professores em relação às tecnologias digitais, permitindo que se beneficiem das oportunidades oferecidas pela internet e pelas ferramentas digitais. Esse indicador designou as subcategorias: *acessibilidade, formação continuada e engajamento*.

Trago aqui aspectos importantes dessa abordagem manifestada pelo Professor (P13).

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 retroprojetor 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).

“Reconhecemos, porém, que a complexidade da educação no Brasil impõe muitos desafios às inovações tecnológicas, no sentido amplo da palavra tecnologia, não somente as tecnologias digitais” (Santos; Macêdo, 2024, p. 3). Ponderamos que, apesar das limitações, investir na formação continuada em tecnologias digitais é um passo importante e indispensável para a participação ativa na sociedade digital.

Esse entendimento reproduz um direcionamento relevante na inserção de TD nas práticas de ensino, ao considerar que o uso de TD não é garantia de aprendizagem em Matemática quando é utilizada sem intencionalidade.

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

Fazendo inferência a frequência do Quadro 6, onde consta que dentre os 28 participantes da pesquisa, temos apenas dois que não usam as tecnologias digitais na sua prática pedagógica. O Professor P09, P05 e P19 esclareceram:

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).

Assim, esses dois professores, P05 e P09, de acordo os indicadores de níveis de Mathematics TPACK para professores de Matemática, ainda estão no nível de conhecimento (reconhecer), pois não integram a tecnologia para desenvolver conceitos matemáticos. E o Professor P19 está no segundo nível, o da persuasão (aceitação), visto que utiliza a tecnologia

como um dever de casa, de forma dirigida e com tarefas alheias às desenvolvidas na sala.

Quadro 6. Indicador de nível de desenvolvimento do TPACK dos Participantes

Categoria	Indicador	Nível de TPACK	Unidade de registro	Frequência
Transformando o Ensino através da tecnologia digital	E	Decisão (Adaptação)	Relevância do currículo na instrumentalização docente.	26
		Persuasão (aceitação)	Impacto da tecnologia na representação de conceitos	
		Decisão (Adaptação)	Integração de tecnologias 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).

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 recursos que possam ser utilizados pelos professores. Diante disso, Nóvoa (2019), argumenta:

Há muitos discursos que referem a impossibilidade de haver práticas consistentes e inovadoras de formação continuada nas escolas: os professores têm muitas dificuldades; as escolas não têm condições; é preciso trazer novas teorias e novos modelos que não existem nas escolas; etc. Compreendem-se estes discursos, sobretudo por parte daqueles que não se conformam com a situação atual das escolas e pretendem abrir novos caminhos (Nóvoa, 2019, p. 10).

Além de refletir sobre a formação continuada, os professores preocupam-se 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.

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. E todos os participantes demonstraram motivação pela formação continuada. E 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 afirmam que necessitam de formação e que a infraestrutura ainda é insuficiente nas escolas. Portanto,

Compactuamos com princípio de que as tecnologias digitais (TD) se constituem, por si só, nos dias atuais, mais relevantes recursos, capazes de facilitar o acesso equitativo ao conhecimento universal, porque possui 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).

Nessa categoria, 26 professores usam a tecnologia como ferramenta para aprimorar seu conhecimento, transformando sua aula com nova maneira de abordar a Matemática, e superando desafios. O Professor P12 comentou:

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).

No tocante ao *acesso às tecnologias digitais*, os professores manifestaram diferentes argumentos, dentre as 12 escolas e os 7 municípios. Além disso, a unidade de registro, *Ambiente propício às necessidades educativas contemporâneas*, tem como ênfase a infraestrutura e a formação continuada.

[...] 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).

Nesse sentido, dialogam Santos e Macêdo (2024), “Logo, uma abordagem metodológica sem haver uma reflexão crítica relativa ao cenário tornaria insatisfeito, uma vez, que há a necessidade desses recursos que se apresenta como insuficiente para avaliar e expor a presença das Tecnologias Digitais (TD) na educação matemática” (Santos & Macêdo, p. 3, 2024).

Ao considerarmos tais desafios, aduzem Koehler e Mishra (2008),

Assim, programas de treinamento de professores podem buscar desenvolver TPCK de forma gradual e em espiral, começando possivelmente com tecnologias mais padronizadas e familiares (áreas nas quais os professores podem já ter desenvolvido TPCK), e avançando para soluções tecnológicas mais avançadas” (Koehler; Mishra, 2008, p. 21, tradução nossa).

Averiguamos a desmotivação e impasses à formação continuada, conforme argumenta o Professor 13 (2024),

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).

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."

Nosso argumento embasa-se em que uma das melhores maneiras de propiciar um ensino de Matemática que esteja conectado com as demandas atuais é adotar a tecnologia na educação, pois motiva os alunos em seu processo de aprendizagem, estimula a curiosidade e coloca a escola atualizada com as novas tendências da sociedade (Manrique, et al., 2024, p. 33).

As discussões aqui apresentadas possibilitam refletir sobre a influência das tecnologias digitais 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.

3.7 Considerações

A incorporação de tecnologias digitais no cotidiano escolar é uma realidade crescente, e muitas instituições educacionais buscam integrá-las em suas práticas pedagógicas. Nesse contexto, o papel do professor se torna fundamental, exigindo conhecimentos específicos para uma implementação eficaz.

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 apreciada, 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 de conteúdo, tornando o ensino mais dinâmico e envolvente.

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. Exige adaptação contínua, considerando que diferentes tecnologias impactam a prática pedagógica de maneiras distintas.

Considerarmos tais desafios, 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 avaliar, ajustar e aprimorar continuamente as práticas de ensino.

Visto que, as tecnologias digitais desempenham um papel duplo no ensino: por um lado, potencializam a prática docente, permitindo a adaptação às demandas sociais; por outro, exigem uma reavaliação dos paradigmas educacionais tradicionais.

Ademais, as condições de trabalho são cruciais para que os docentes superem a hesitação diante das mudanças e incorporem as tecnologias de forma segura e motivada, aprimorando o processo de ensino-aprendizagem.

As discussões e problematizações oriundas das entrevistas realizadas, as quais apresentamos 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 tecnologias digitais; os impactos do constructo teórico "TPACK" na formação docente; entre outras áreas de interesse.

3.8 Referências

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira. ESQUINCALHA, Agnaldo da Conceição. O uso de tecnologias na formação Matemática de professores dos anos iniciais. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, Duque de Caxias, v.7, n.1, p. 16-28, 2017.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO JUNIOR Neil da Rocha. *Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais*. Belo Horizonte Autêntica Editora, 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo; GADANIDIS, George. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. 3a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORN, Bárbara Barbosa; PRADO, Ana Pires do; FELIPPE, Janaína Mourão Freire Gori. Profissionalismo docente e estratégias para o seu fortalecimento: entrevista com Lee Shulman. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 45, jan. 2019.

DA SILVA GOMES, Eber Gustavo; DE MELO ANDRÉ, Regina Celi; DE MORAIS, Maria das Dores. 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*, v. 13, n. 1, p. 1-20, 2023.

DOS SANTOS, Rozania Pereira; DE MACÊDO, Josué Antunes. 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*, v. 14, n. 1, p. 1-14, 2024.

FARINA, Ione; BENVENUTTI, Dilma Bertoldi. *Formação continuada de professores: perspectiva humana e emancipatória*. Joaçaba, SC: Editora Unoesc, 2024.

FREIRE, Paulo. *Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. Tradução de Kátia de Mello e Silva. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. 8. ed. Campinas: Papirus Editora, 2022.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. Teachers learning technology by design. *Journal of computing in teacher education*, v. 21, n. 3, p. 94-102, 2005.

MANRIQUE, Ana Lúcia; VIANA, Elton de Andrade; BONETO, Cristiane; FERREIRA, Maximilian Albano Hermelino; CAMPOS, Ana Maria Antunes de; TAKINAGA, Sofia Seixas; SANTOS, Everton Odair dos. *A formação de professores que ensinam Matemática e*

o desenvolvimento de aplicativos sob uma perspectiva inclusiva – 1ª Ed. São Paulo: LF Editorial, 2024.

MARTINS, Carla Francielle Rocha; MACÊDO, Josué Antunes de. Ferramentas digitais: uma possibilidade educacional em tempos de pandemia. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 1–17, 2023. DOI: 10.37001/ripem.v13i1.3326.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. S (org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. p. 9-29.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

KOEHLER, Mattleyw. J.; MISHRA, Punya. *Introducing Technological Pedagogical Knowledge*. In. AACTE (Ed.). *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators*. (p. 3-29). Routledge, 2008.

NIESS, Margaret. SADRI, P., AND LEE, K. Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). American Educational Research Association, Chicago, IL. 2007.

NIESS, Margaret L.; RONAU, Robert N.; SHAFER, Kathryn G.; DRISKELL, Shannon O.; HARPER, Suzanne R.; JOHNSTON, Christopher; BROWNING, Christine; WAYNE, Asli Özgün-Koca; GLADIS, Kersaint. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009. <https://citejournal.org/volume-9/issue-1-09/mathematics/mathematics-teacher-tpack-standards-and-development-model/>. Acesso em: 10 fevereiro. 2025.

NÓVOA, António. Os Professores e a sua formação num tempo de metamorfose da escola. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 44, n. 3, 2019, e84910, p. 1-15.

PALIS, Gilda de La Rocques. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 12, n. 3, p. 432-451, 2010.

RUAS, Vera Lúcia de Oliveira Freitas; MACÊDO, Josué Antunes de; SANTOS, CRISOSTOMO, Edson. Decodificando por meio de narrativas o desenvolvimento do TPACK dos docentes de matemática. *REXE: Revista de estudios y experiencias en educación*, v. 23, n. 51, p. 153-175, 2024.

SANTOS, William de Souza. Lives de Matemática: possibilidades de aprendizagem através do YouTube. *Revista Práxis: saberes da extensão*, v. 11, n. 23, p. 45-51, 2023.

SILVA, Bernardo; JUNIOR, Rubilar Simões; SAMÁ, Suzi. Technological choices in Statistics: reflections on pedagogical practices in the Brazilian higher education. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, v. 14, n. 3, p. 1-18, 2024.

SOUSA, Robson Pequeno de; BEZERA, Carolina Cavalcante; SILVA, Eliane de Moura; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva. *Teorias e práticas em tecnologias educacionais*. Campina Grande: EDUEPB, 2016.

SHULMAN, Lee. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 1986

SHULMAN, Lee. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

THOMPSON, Ann D.; MISHRA, Punya. Editors' remarks: Breaking news: TPACK becomes TPACK!. *Journal of Computing in teacher education*, v. 24, n. 2, p. 38-64, 2007.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. *In SciELO Preprints*, 2024. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7697>

ZORZIN, Juliana Pereira; SILVA, Guilherme Henrique Gomes da. Contribuições de uma prática formativa envolvendo o software GeoGebra para professores e professoras que ensinam Matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 28, p. e22026, 2022.

CONSIDERAÇÕES

Senti isto muitas vezes, tentando pensar com minha filha problemas de matemática. É preciso confessar que isto já faz muito tempo, pois o que me restou de Matemática já não me permite nem mesmo entender os símbolos que ela maneja. Claro que minha maneira de pensar era diferente da maneira de pensar hoje. No meu tempo ainda se cantava a tabuada... Mas o que me impressionava era a sua recusa de, pelo menos, considerar a possibilidade de que um mesmo problema pudesse ser resolvido por caminhos diferentes. Ela havia aprendido que há uma maneira certa de fazer as coisas, e que caminhos diferentes só podem estar errados. A conversa era sempre encerrada com a afirmação: “Não é assim que a professora ensina...”

Rubem Alves (p. 23-24)⁴

As tecnologias digitais são um desafio para os professores, pois requerem deles tempo, dedicação e domínio, para usufruírem das inúmeras possibilidades oferecidas e promoverem um significativo aprendizado. Por conhecermos seu poder de melhorar as práticas pedagógicas, aumentar o interesse dos alunos e fomentar a educação de qualidade, debruçamo-nos no estudo intitulado: *O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais*.

Seguindo a estrutura multipaper da dissertação, esta parte das considerações finais integra o problema de pesquisa, a justificativa, o objetivo geral e os específicos dos três artigos.

⁴ ALVES, Rubem. *A alegria de ensinar*. 6.ed. Campinas, SP: Papyrus, 2000. 93 p.

Retomamos a justificativa e o problema central, articulando os resultados de cada artigo específico, a resposta ao objetivo geral e as considerações e implicações. Resta esclarecido que a pesquisa empreendida contribui para a compreensão do TPACK dos professores de Matemática e sugere novas linhas de investigação para aprofundar aspectos não contemplados neste estudo.

Da justificativa e problema

A pesquisa partiu do quanto se tem falado sobre Educação Matemática e formação continuada do professor, principalmente no que diz respeito às novas demandas da educação digital perante as contínuas inovações tecnológicas a que a sociedade está sendo submetida. Não por acaso, a meta 16 do Plano Nacional de Educação (PNE), anexo à Lei n. 13.005/14, garante aos profissionais da educação básica formação continuada, com foco nas demandas dos sistemas de ensino (Brasil, 2014).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trata da importância da cultura digital e reforça o valor do uso significativo das tecnologias, destacando a necessidade de desenvolver habilidades essenciais (Brasil, 2018, p. 9). Em um anexo, a BNCC Computação (Brasil, 2022) criou diretrizes mais específicas para o ensino da computação. Vale citar, ainda, a regulamentação da Política Nacional de Educacional Digital (PNED) – Lei no 14.533/2023, que busca assegurar que os professores tenham acesso a oportunidades de desenvolvimento profissional contínuo, de modo que eles adquiram habilidades e competências para utilizar tecnologias digitais de forma eficaz em sala de aula.

Diante do que propõem os documentos normativos, o uso das tecnologias digitais amplia o acesso à informação, ao integrar os saberes tradicionais com as inovações do cotidiano. Ciente disso, vem à tona o problema da pesquisa: considerando o aumento significativo do acesso dos estudantes a diversas tecnologias, mas se os alunos mudaram, por que os métodos de ensino ainda seguem como eram?

Com efeito, há uma ênfase à relação estabelecida entre professores, formação continuada e os conhecimentos subjacentes aos documentos normativos, com vistas a possibilitar a inclusão digital na prática pedagógica. Sob essa ótica, a pesquisa se constituiu e

se delineou de acordo com os objetivos elaborados.

Dos objetivos e resultados

A fim de garantir uma análise aprofundada de cada objetivo, esta pesquisa adotou o formato multipaper, dedicando um artigo a cada objetivo específico. Os três artigos contribuem para a análise dos impactos de diferentes abordagens e metodologias no ensino e na aprendizagem da Matemática, atendendo ao objetivo geral do estudo.

No **artigo 1**, cujo objetivo é *compreender o currículo e avaliação na construção de conhecimentos pedagógico-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática*, compreendemos que, embora os professores considerem as especificidades do currículo, há os que ainda não exploraram plenamente suas possibilidades, especialmente na integração com as TD. Avaliam que essa temática tem sido negligenciada em sua própria graduação da licenciatura, e outros não buscam a formação continuada, muito menos desenvolvem habilidades tecnológicas atendendo às exigências normativas atuais.

Analisar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas é o objetivo do **artigo 2**. Vimos que todas as perspectivas educacionais têm seu lugar, com concepções, metodologias e métodos de ensino que, quando bem aplicados, oferecem resultados extremamente positivos. Nesse contexto, enfatizamos a inserção das tecnologias digitais que impactam diretamente o ambiente escolar, transformando a forma como enxergamos o mundo, ensinamos e aprendemos. Apesar do papel do professor se modificar por causa das tecnologias, elas não o substituem.

No **artigo 3**, cujo objetivo é *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*, conhecemos o perfil dos professores participantes e visualizamos de qual conhecimento tecnológico e ferramentas eles sentem falta ou gostariam de apropriar para usar efetivamente as tecnologias digitais em suas aulas.

Os docentes ressaltaram a falta de recursos essenciais para o desenvolvimento do TPACK, incluindo infraestrutura, computadores e conectividade com a internet. Concordamos

com Moraes (2023) que a responsabilidade pela utilização das tecnologias digitais deve ser compartilhada entre todas as esferas educacionais, garantindo ampla conectividade e acesso à comunidade escolar, além de programas de formação continuada. Apesar de reconhecerem os benefícios das tecnologias educacionais, os professores ainda enfrentam desafios significativos.

Para análise e estudos desenvolvidos nos três artigos, valemo-nos do aporte teórico de Mishra e Koehler (2006) e do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK), em que Niess, Sadri e Lee (2007) propõem um modelo de desenvolvimento, o Mathematics TPACK, para professores de Matemática, sob a ideia de que eles progridem à medida que integram tecnologia em suas práticas.

Em resposta ao **objetivo geral**, com a análise feita ao longo dos três artigos, podemos inferir que impactos de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática atingem o conhecimento profissional docente, sendo as tecnologias digitais ferramentas essenciais a sua práxis pedagógica. Consideramos que, como fonte de inovações, o uso pode apresentar abordagens desafiadoras, conforme revelado pelos professores quanto aos conhecimentos, à formação e à infraestrutura que lhes é oferecida.

Desse modo, o professor mobiliza aspectos do TPACK em diferentes momentos de seu planejamento, desde a consolidação do seu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo ao aproveitamento, juntamente com seus alunos, das potencialidades das tecnologias digitais. Ao atingir o nível 5 do TPACK, os professores de Matemática evidenciam autonomia para explorar a tecnologia adequada e moldar o currículo e suas aulas conforme a realidade de seus alunos e da escola.

Assim, se as tecnologias digitais estão presentes em tarefas da vida contemporânea, sua inclusão na educação é imperativa. Como afirmam Nogueira et al. (2024), “para que o uso das tecnologias digitais impacte positivamente a qualidade do ensino, os professores precisam compreender os conhecimentos que integram essas ferramentas e como elas refletem em sua prática pedagógica” (Nogueira et al., 2024, p. 2).

Das considerações e implicações

A análise dos dados da pesquisa corrobora alguns achados da literatura revisada, ao mesmo tempo em que revela novas perspectivas sobre a formação docente. Certamente, a pesquisa descortina a interpretação do TPACK dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais.

Nessa seara, a pesquisa indica que mudanças de comportamento docente, impulsionadas pela aquisição de novos conhecimentos e habilidades, são essenciais para transformar o processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, a integração de tecnologias digitais enriquece as aulas tradicionais e instiga o protagonismo dos alunos.

Embora a aquisição de novos conhecimentos e habilidades pelos professores seja fundamental para a transformação da Educação Matemática, a pesquisa identificou a insipiência de professores no concernente aos documentos normativos que incentivam a inovação tecnológica. Por efeito, encontram-se desmotivados em relação à formação continuada e não conseguem romper com os métodos tradicionais.

Com base nessas conclusões, apresentamos a análise do TPACK dos professores, conforme foi exemplificado por Palis (2010), e o resultado quantitativo de professores em cada nível/fase. Na fase 1— *inicial* (reconhecimento), três professores ainda não utilizam tecnologia em suas aulas. Fase 2 — *aceitação* (persuasão), sete professores formam uma atitude favorável ou desfavorável ao ensino com tecnologia. Na fase 3 — *Adaptação* (decisão), temos dez professores que se envolvem em atividades que levam à escolha de adotar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem com uma tecnologia apropriada. Na fase 4 — *Exploração* (implementação), seis professores integram ativamente o ensino e a aprendizagem com uma tecnologia apropriada. Na fase 5 — *Avançar* (confirmação), dois professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem com uma tecnologia adequada.

E, quanto às tecnologias digitais os professores testificaram conhecer: o GeoGebra, o Excel, o photomath, o Wordwall, o Datashow, o Kahoot, o Canva, o YouTube, o Tik Tok, o Cabri Geomètry, a Symbolab, o computador, o notebook, o tablet, o Google Meet, o WhatsApp, o Google Forms, o Tinker Cage e o Autocad.

Esta pesquisa não se encerra aqui. As reflexões e discussões que emergiram demonstram a necessidade de investimentos em programas de capacitação para professores, sobretudo no contexto do ensino de Matemática, a fim de que o TPACK se desenvolva de maneira gradual. Como pesquisador, vislumbro a possibilidade de oferecer minicursos dentro de uma (nova) pós-graduação voltada para essa temática.

Ademais, proponho a criar comunidades de prática online ou presenciais para que os professores possam compartilhar experiências, recursos e melhores práticas, promovendo a colaboração e o aprendizado contínuo.

Reconhecemos como limitações da pesquisa a dificuldade de acesso à internet enfrentada pelos professores, o que pode comprometer o progresso, tanto na Educação Matemática, quanto no desenvolvimento do TPACK, mesmo agregando a formação continuada.

E segundo Macêdo e Pedroso (2020), “o processo de formação continuada deve ser realizado preferencialmente na escola no qual o professor leciona, tendo como referência fundamental o saber docente, o reconhecimento e a valorização desse saber” (Macêdo e Pedroso, 2020, p. 86).

Macêdo e Pedroso (2020), ainda enfatizam que a formação continuada deve ser vista como uma ferramenta essencial para os professores, pois melhora a qualidade do trabalho, fomenta a criação de novos ambientes de aprendizagem e promove a evolução da prática pedagógica. E, se queremos uma escola diferente, é preciso novas metodologias, novos olhares e novas políticas.

Por fim, é preciso que o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) seja amplamente integrado à formação de professores de Matemática, permitindo que a tecnologia seja incorporada à prática pedagógica. Mesmo diante das adversidades, a integração da tecnologia na educação é uma oportunidade valiosa, para que os docentes aprimorem seu aprendizado e criem ambientes de ensino que atendam às demandas da Educação Matemática contemporânea.

Referências

BRASIL. Base nacional comum curricular. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2018.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Edição extra - seção 1.

BRASIL, Ministério da Educação. Lei nº 14.533/23, de 11 de janeiro de 2023. Política Nacional de Educação Digital. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2023

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. Processo Nº 23001.001050/2019-18. Brasília: MEC, 2022. Acesso em: 18 de novembro de 2024

MACÊDO, Josué Antunes de. PEDROSO, Luciano Soares. Os saberes docentes e a formação para a pesquisa na área de ciências. Formação inicial e continuada de professores: políticas e desafios, p. 84-94, Curitiba, PR: Bagai, 2020.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MORAES, Lucas Portela. Educação e conectividade: utilização de tecnologias nas práticas de ensino em uma escola pública. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 23, nº 26, 11 de julho de 2023.

NISS, Margaret. SADRI, P., AND LEE, K. Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK). American Educational Research Association, Chicago, IL. 2007.

NISS, Margaret L.; RONA, Robert N.; SHAFER, Kathryn G.; DRISKELL, Shannon O.; HARPER Suzanne R.; JOHNSTON, Christopher; BROWNING, Christine; Özgün-Koca, S. Asli; Kersaint, Gladis. Mathematics teacher TPACK standards and development model. Contemporary Issues In Technology And Teacher Education, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009

NOGUEIRA, Cleia Alves; GONTIJO, Cleyton Hércules; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; SILVA, Américo Junior Nunes da. O modelo Tpack e a formação de professores de matemática: repercussões de um curso de robótica educacional. Educação & Linguagem, v. 27, n. 1, p. 219-244, 2024.

PALIS, Gilda La Roque. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. Educação Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 432-451, 2010.



APÊNDICES

Apêndice I: TERMO DE CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Título da pesquisa: O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais

Instituições onde serão realizadas:

Escola Estadual Benício Prates

Escola Estadual Coronel Francisco Ribeiro

Escola Estadual de Ponte dos Ciganos

Escola Estadual São José

Escola Estadual Cristino Alves de Jesus

Escola Estadual Jesuzinha Araújo Magalhães

Escola Estadual Josias de Matos

Escola Estadual Amâncio Juvêncio da Fonseca

Escola Estadual Coronel Luís Pires de Minas

Escola Estadual Professora Maria Machado

Escola Estadual Sant'Ana

Escola Estadual Raimundo Nonato da Fonseca

Pesquisador responsável: Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira¹

Endereço e Telefone: Rua Filogônio lagoeiro, 1275, Bairro Sagrada Família, Coração de Jesus — MG. CEP.39340000— (38) 998482211— agnaldo.maciels86@gmail.com

Atenção: Antes de aceitar participar desta pesquisa, é importante que o responsável pela Instituição leia e compreenda a seguinte explicação sobre os procedimentos propostos. Esta declaração descreve o objetivo, metodologia / procedimentos, benefícios, riscos, desconfortos e precauções do estudo. Também descreve os procedimentos alternativos que estão disponíveis e o seu direito de interromper o estudo a qualquer momento. Nenhuma garantia ou promessa pode ser feita sobre os resultados do estudo.

Objetivo Geral — *Analisar o impacto de diferentes abordagens e metodologias no processo de ensino e aprendizagem da Matemática*

Específicos

Compreender o Currículo e Avaliação na construção de conhecimentos pedagógicos-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática

Analisar o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas

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

2. Metodologia/procedimentos — Escolhemos desenvolver uma pesquisa predominantemente qualitativa. Como instrumento de coleta de dados, decidimos por entrevista semiestruturada. Portanto, a aplicação da entrevista da pesquisa será delimitada a professores de Matemática que atuam em algumas escolas públicas municipais e estaduais dos municípios de Coração de Jesus, São João da Lagoa, São João do Pacuí, Brasília de Minas, Mirabela, Claros dos Poções e Lagoa dos Patos. Para a análise, compreensão e interpretação dos dados, dos aspectos narrados pelos professores durante a entrevista, utilizamos o suporte teórico Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK). O TPACK vai além da simples representação dos conhecimentos que o compõem e suas inter-relações. Ademais, o nosso *framework* é o entendimento de que o ensino é uma atividade altamente complexa, que se baseia em vários tipos de conhecimentos. E no decorrer do estudo dessa pesquisa, propusemos uma

dissertação no formato *Multipaper* onde cada artigo será escrito separado, mas ligados por um fio condutor, o TPACK dos professores de matemática.

Justificativa — Com a percepção que os professores pouco fazem uso das tecnologias digitais para o ensino da Matemática, metodologia que nos dias atuais não dá mais para deixar de lado. Ciente que a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, e na proposta de estudo dessa pesquisa no tocante às tecnologias digitais para o ensino da Matemática, tem-se na página 9 as competências gerais da Educação Básica e a quinta competência justifica a proposta de nossa pesquisa. Assim o professor deve fazer uso dos softwares educacionais na busca de facilitar o processo de ensino e aprendizagem e procurar formação continuada para acompanhar a evolução digital.

Benefícios — Acredita-se que este trabalho contribuirá para os estudos sobre o uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática, por ser uma temática emergente, uma vez que se vive numa sociedade tecnológica e a documentos normativos preconiza o uso das TD não mais como recurso didático, mas como objeto de conhecimento, sendo que os professores devem criar/utilizar novas estratégias tecnológicas no processo ensino e aprendizagem.

Desconfortos e riscos — Os possíveis riscos e desconfortos da pesquisa residem no fato de que deverão utilizar parte de seu tempo para responder às perguntas da entrevista semiestruturada e do questionário, podendo se sentir desconfortável com alguma pergunta. Sendo assim, deve-se elencar questões claras sobre o cotidiano escolar que não irão ferir a integridade moral dos pesquisados. Neste sentido, constitui fator primordial por parte dos pesquisadores oferecer todas as informações necessárias quanto a liberdade de continuar ou não na pesquisa.

Danos — A pesquisa evitará danos, pois será pautada pelos princípios éticos de equidade (tratamento de acordo com a necessidade do informante), impessoalidade (garantia dos interesses dos pesquisados sobre o interesse particular dos pesquisadores), legalidade (respeito a legislação) e transparência (comunicação clara, acessível e compreensível) preservando a dignidade humana do informante.

Metodologia/procedimentos alternativos disponíveis — Poderá ser utilizado como procedimento alternativo aplicação de questionário impresso ou online.

Confidencialidade das informações — As informações serão tratadas com extrema confidencialidade, em nenhuma hipótese os documentos coletados deverão ser utilizados sem autorização dos contribuintes, mesmo havendo publicações e apresentações, estas não ocorrerão sem autorização prévia dos participantes.

Compensação/indenização — A participação na pesquisa acontecerá de forma voluntária, não haverá compensação financeira e nem penalidade se desistir de colaborar com o estudo. Quanto à indenização, caso aconteça algum dano ao participante, este fará jus a uma remuneração como formade reparar os prejuízos sofridos durante o período que participou da pesquisa, sendo ressarcido pelos pesquisadores.

Outras informações pertinentes — Caso houver dúvidas a dirimir, o informante poderá entrar em contato com os pesquisadores através dos contatos elencados neste termo.

Consentimento: Li e entendi as informações precedentes. Tive oportunidade de fazer perguntas e todas as minhas dúvidas foram respondidas a contento. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando meu consentimento para participar nesta pesquisa, até que eu decida o contrário. Receberei uma cópia assinada deste consentimento e que o mesmo só poderá ser aprovado nesta instituição após aprovação no Comitê de Ética da Instituição fomentadora da pesquisa.

Professor(a) participante / /
Nome da escola: Data

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira / /
Coordenador da Pesquisa Data

Apêndice II: CARTA INSTITUCIONAL DE APRESENTAÇÃO DO PESQUISADOR

Eu, Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira, CPF: 959.213.896-68, professor da rede estadual de Minas Gerais, atualmente trabalho como professor de Matemática na escola em que fiz ensino fundamental e médio. Além disso, sou acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/Unimontes) e, anúncio para os devidos fins, que a pesquisa em questão intitulada, O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais proposta ao programa para a obtenção do título de mestre em educação.

Nessa pesquisa através do constructo teórico TPACK, a fim de alcançar os objetivos propusemos pesquisar a utilização das tecnologias digitais (TD), de modo a identificar os avanços na formação do Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK) com foco e reflexão na formação continuada do professor que ministra aulas de Matemática.

Sendo a proposta de construir uma dissertação no formato multipaper, delimitamos três objetivos específicos: (I) *compreender o Currículo e Avaliação na construção de conhecimentos pedagógicos-tecnológicos no processo de integração das tecnologias digitais nas aulas de Matemática*; (II) *analisar o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, empregando TD para apoiar estratégias pedagógicas centradas no aluno, atendendo às necessidades diversificadas e inclusivas* e (III) *averiguar as necessidades de formação continuada dos professores de Matemática em relação ao acesso e uso de tecnologias digitais no ensino da Matemática*.

Para a escrita dos artigos faremos a pesquisa de campo, em 11 escolas públicas e estaduais distribuídas em 7 municípios. Município de Coração de Jesus, (E. E. Cel. Francisco Ribeiro, E. E. Benício Prates, E. E. São José, E. E. Ponte dos Ciganos, E. E. Cel. Luís Pires de Minas), município de S. João da Lagoa, (E. E. Cristino Alves de Jesus), município de S. João do Pacuí, (E. E. Jesuzinha Araújo Magalhães), município de Brasília de Minas, (E. E. Josias de Matos, E. E. Sant'Ana), município de Claros dos Poções, (E. E. Amâncio Juvêncio da Fonseca), município de Mirabela, (E. E. Professora Maria Machado), município de Lagos dos Patos, (E.

E. Raimundo Nonato da Fonseca). Na qual realizarei entrevista semiestruturada com enfoque em narrativas docentes com finalidade de descrever e validar, as experiências profissionais, a formação inicial e continuada o nível de desenvolvimento TPACK dos docentes de Matemática da Educação Básica dos investigados.

Considerando que este estudo, têm reflexo direto na escola e, conseqüentemente, no ensino e aprendizagem. Diante disso, deve-se assegurar o rigor científico no desenvolvimento dessa pesquisa, fazendo-se necessário emergir-se, nos procedimentos e métodos que guiarão sua realização.

Entretanto, mesmo tendo um período de 24 meses para concluir a pesquisa de acordo com o PPGE, entende-se que terá dificuldade se não seguir o cronograma proposto no projeto.

Diante desse contexto, esclareço que tenho data prevista de defesa em novembro de 2024.

Profa. Dra. Francely Aparecida dos Santos
Coordenadora do PPGE/Unimontes

// Data



Apêndice III: TERMO DE RESPONSABILIDADE E COMPROMISSO PARA USO, GUARDA E DIVULGAÇÃO DE DADOS E ARQUIVOS DE PESQUISA

Título do Projeto: *O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais.*

Nome completo do solicitante/pesquisador responsável ou participante:

Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira — RG: MG 7 704 930 — CPF: 95921389668

Endereço: Rua Filogônio Lagoeiro — nº 1275 — Bairro: Sagrada Família

CEP: 39340000 — Cidade: Coração de Jesus — Estado de MG

Local a ser pesquisado: Escolas Estaduais: (Cel. Francisco Ribeiro, Benício Prates, São José, Ponte dos Ciganos. Cel. Luís Pires de Minas), município de Coração de Jesus. (Cristino Alves de Jesus), município de S. João da Lagoa. (Jesuzinha Araújo Magalhães), município de S. João do Pacuí. (Josias de Matos, Sant'Ana), município de Brasília de Minas, (Professora Maria Machado), município de Mirabela. (Amâncio Juvêncio da Fonseca), município de Claros dos Poções, município de Lagoa dos Patos, (Raimundo Nonato da Fonseca).

O solicitante/pesquisador responsável ou participante, retro qualificado, se declara ciente e de acordo:

a) De todos os termos do presente instrumento, assumindo toda e qualquer responsabilidade por quaisquer condutas, ações ou omissões que importem na inobservação do presente e conseqüente violação de quaisquer das cláusulas abaixo descritas bem como por outras normas previstas em lei, aqui não especificadas, respondendo de forma ilimitada, irretratável, irrevogável e absoluta perante a fornecedora dos dados e arquivos em eventuais ações regressivas, bem como perante terceiros eventualmente prejudicados por sua não observação.

b) De que os dados e arquivos a ele fornecidos deverão ser usados, guardados e preservados em sigilo e que eventual divulgação dos dados deverá ser feita em estrita observação aos princípios éticos de pesquisa, resguardando-se ainda aos termos da Constituição

Federal de 1988, especialmente no tocante ao direito à intimidade e a privacidade dos consultados, sejam eles pacientes ou não.

c) De que as informações constantes nos dados ou arquivos a ele disponibilizados deverão ser utilizados apenas e tão somente para a execução e pesquisa do projeto acima descrito, sendo vedado o uso em outro projeto, seja a que título for, salvo expressa autorização em contrário do responsável devidamente habilitado do setor.

d) De que eventuais informações a serem divulgadas, serão única e exclusivamente para fins de pesquisa científica, sendo vedado uso das informações para publicação em quaisquer meios de comunicação de massa que não guardem compromisso ou relação científica, tais como televisão, jornais, periódicos e revistas, entre outros aqui não especificados, exceto os resultados da pesquisa que poderão, a critério do pesquisador serem amplamente divulgados.

e) De que ao término da pesquisa e do trabalho acadêmico os resultados dos mesmos serão disponibilizados à Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais para uso em suas atividades na rede estadual de ensino, se necessário, com as devidas citações.

Coração de Jesus, 16 de fevereiro de 2024

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

Nome e assinatura do pesquisador responsável ou participante

Josué Antunes de Macêdo

Nome, e assinatura do orientador



Apêndice IV: TERMO DE AUTORIZAÇÃO - SEE/SU

GOVERNO DE ESTADO DE MINAS GERAIS

Secretaria de Estado de Educação

Subsecretaria de Ensino Superior

Termo de autorização - SEE/SU

Belo Horizonte, 18 de fevereiro de 2024

INTERESSADO: Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

A Subsecretaria de Ensino Superior, após análise do projeto proposto pelo supracitado, é de parecer favorável à realização da pesquisa: O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais.

Ressaltamos que os procedimentos de aplicação da atividade proposta (pesquisa estruturada, levantamento bibliográfico e a elaboração de kits e práticas de laboratórios, entre outros), deverão obedecer, criteriosamente as orientações da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional da Saúde que estabelece as Diretrizes e Normas orientadoras da Pesquisa envolvendo seres humanos e que, em nenhuma hipótese, poderão interferir no desenvolvimento das atividades pedagógicas das escolas e no cumprimento de seu Calendário Escolar

Ressaltamos ainda que a identidade dos envolvidos deverá ser mantida em sigilo e que a Secretaria de Estado da Educação, a instituição de ensino e os participantes não terão Ônus com a pesquisa.

Atenciosamente,

Augusta Isabel Junqueira Fagundes

Apêndice V: QUESTIONÁRIO E ROTEIRO DE ENTREVISTA

Estimado(a) professor(a)!

Este instrumento é parte integrante da pesquisa do Programa de Pós-graduação – Mestrado em Educação da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES intitulada "*O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais* — TPACK de professores de Matemática da Educação Básica.

A coleta de dados tem a finalidade de identificar através de perguntas reflexivas o nível de Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK — Technological Pedagogical Content Knowledge) dos professores de Matemática pesquisados. O Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo TPACK é um framework (estrutura) teórico idealizado para compreender e descrever os tipos de conhecimentos imprescindíveis a um docente para o processo ensino e aprendizagem significativa em que reúne em conhecimento de conteúdo, conhecimento tecnológico e conhecimento pedagógico. Para tal estudo e suporte no desenvolvimento de minha pesquisa conto com sua compreensão e colaboração, respondendo este questionário. Esclareço que as informações obtidas terão caráter confidencial e sua identidade será preservada, em caso de dúvidas os pesquisadores estarão à disposição para saná-las.

Abraços,

Atenciosamente,

Pesquisadores participantes:

Prof. Dr. Josué Antunes de Macêdo — Orientador

Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira — Acadêmico



a) *Questionário com questões 01 a 12 — perfil dos participantes*

Nome do docente:

1. Sexo:

() Feminino

() Masculino

() Outro:

2. Faixa etária:

() Até 30 anos

() $30 < \text{idade} \leq 40$ anos

() $40 < \text{idade} \leq 50$ anos

() $50 < \text{idade} \leq 60$ anos

() Acima de 60 anos

3. Tempo na docência de Matemática:

() Até 05 anos

() $5 < \text{tempo de docência} \leq 10$ anos

() $10 < \text{tempo de docência} \leq 15$ anos

() $15 < \text{tempo de docência} \leq 20$ anos

() $20 < \text{tempo de docência} \leq 25$ anos

() Acima de 25 anos de serviço

4. Nome da universidade/faculdade em que se graduou em Matemática:

5. Ano em que concluiu a graduação em Matemática:

6. Maior titulação:

() Graduação

() Especialização

() Mestrado

() Doutorado

7. Coursou algum componente curricular na graduação/pós-graduação em Matemática que o instrumentalizasse para integrar as tecnologias digitais no processo ensino e de aprendizagem:

Sim () Não ()

Graduação ()

Pós-graduação ()

8. Participa/participou de algum curso/formação oferecido(s) pelo Ministério da Educação/Secretaria de Estado de Educação/Secretaria Municipal de Educação que o(a) preparasse para o uso de tecnologias digitais na prática docente:

() Sim

() Não

Caso responda sim na questão anterior comente como ocorreu esse processo.

9. Rede(s) de ensino que leciona Matemática:

() Municipal

() Estadual

() Particular

10. Nome da(s) escola(s):

11. Nível de ensino e ano(s) de escolaridade que está lecionando Matemática atualmente:

() Ensino Fundamental - 6º ano

() Ensino Fundamental - 7º ano

() Ensino Fundamental - 8º ano

() Ensino Fundamental - 9º ano

() Ensino Médio - 1º ano

() Ensino Médio - 2º ano

() Ensino Médio - 3º ano

12. Quando você vai fazer um estudo, sua preferência é pela:

() leitura física leitura digital ()

b) Roteiro para a entrevista semiestruturada com os professores de Matemática

1. Na sua visão as ideias matemáticas apresentadas com as tecnologias digitais podem ser úteis para dar sentido aos tópicos abordados no currículo?
2. Sobre a sua formação continuada você faz a interação desse conhecimento no próprio currículo para inclusão da tecnologia como ferramenta de aprendizagem?



3. A incorporação de tecnologias apropriadas como ferramentas para ensinar e aprender o currículo de Matemática são benéficas?
4. Você investiga a utilização de temas do próprio currículo para inclusão da tecnologia como ferramenta de aprendizagem; busca ideias e estratégias para implementação de tecnologia desempenha um papel mais integral no desenvolvimento da Matemática que os alunos estão aprendendo?
5. A inovação sustentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na modificação do próprio currículo para incorporar a tecnologia de forma eficiente e eficaz como ferramenta de ensino e aprendizagem fez repensar sobre a própria prática?
6. Os professores projetam e desenvolvem ambientes e experiências de aprendizagem autênticos, incorporando ferramentas e recursos apropriados da era digital para maximizar a aprendizagem Matemática no contexto?
7. Como é concebido oportunidades de aprendizagem Matemática apropriadas que incorporem tarefas válidas, baseadas em investigação atual e que apliquem tecnologias apropriadas para apoiar as diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática (considerando diversos estilos de aprendizagem, estratégias de trabalho e capacidades utilizando ferramentas e recursos digitais)?
8. Usando tecnologias digitais você vê a Matemática como sendo aprendida de maneiras específicas e que a tecnologia digital promove o aprendizado?
9. O(a) professor (a) sempre aborda um novo conteúdo com o uso de tecnologia digital?
10. Utiliza a tecnologia para apoiar estratégias centradas no aluno que atendam às diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática, uma vez que estas estratégias ajudam os alunos a tornarem-se responsáveis e a refletirem sobre a sua própria aprendizagem?
11. Os professores implementam planos curriculares que incluem métodos e estratégias para a aplicação de tecnologias apropriadas para maximizar a aprendizagem e a criatividade dos alunos em Matemática?

12. Comente sobre os *softwares* educacionais para o ensino da Matemática que você utiliza ou utilizou e suas percepções sobre eles?
13. O professor (a) participa e interage regularmente em atividades profissionais contínuas, realizando aproveitar os recursos de comunicação novos e emergentes da era digital, para melhorar seu conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo para promover a criatividade e a aprendizagem dos alunos em Matemática.
14. Você propõe o uso de atividades tecnológicas no final das unidades, para “dias de folga” ou para atividades periféricas ao ensino em sala de aula?
15. O professor (a) incorpora a sua prática pedagógica metodologias variadas para facilitar o processo ensino e de aprendizagem? Em relação a tecnologia digital, como isso procede?
16. Tem algum conteúdo/unidades temáticas que você utiliza tecnologias digitais com mais frequência? Que conclusões para o processo ensino e de aprendizagem?
17. Como é ofertado a tecnologia digital no ensino da Matemática para seus alunos.
18. Professor (a), o que é mais dificultoso em trabalhar com as tecnologias digitais e utilizá-las?
19. A tecnologia é utilizada para ampliar os conceitos matemáticos que podem ser acessados pelos alunos. Em que frequência é disponibilizado esse acesso aos alunos?
20. Os alunos usam *softwares* educativos, para investigar e fazer conexões entre conteúdo e aprendizado? Quais *softwares* você costuma utilizar? Quais conteúdos matemáticos você faz uso de *softwares*?
21. Qual a principal dificuldade no ensino da Matemática tendo como ferramenta um *software* Matemático para auxiliá-lo?
22. O professor (a) planeja estratégias para facilitar o acesso equitativo aos recursos tecnológicos para todos os alunos na aprendizagem da Matemática?

23. Implementa e reflete sobre o ensino e a aprendizagem com preocupação e convicção pessoal para que o aluno pense e compreenda a Matemática a ser melhorada através da integração das tecnologias digitais?
24. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a competência geral 5 explica a necessidade de se trabalhar o tema tecnologias digitais. Colocando os estudantes como aprendizes ativos e criativos– e não apenas como consumidores passivos de tecnologias. Que retrospectiva você aponta nessa competência para o ensino da Matemática?
25. Recentemente a (Unesco) divulgou o relatório “A tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem?”, que aborda o uso compulsório de ferramentas tecnológicas em sala de aula. Você teve conhecimento deste relatório? Que impactos esse relatório trouxe na sua prática pedagógica?
26. Aplicam tecnologias apropriadas para avaliar a aprendizagem Matemática de todos os alunos, refletir sobre os resultados da avaliação e comunicar esses resultados usando uma variedade de ferramentas e técnicas.
27. Usam a tecnologia para comunicar e colaborar com os pais, os colegas e a comunidade maior, a fim de fomentar a aprendizagem Matemática do aluno.
28. Demonstram e promovem uma utilização segura, legal e ética da tecnologia para aprender e explorar a Matemática com os alunos, pais e colegas.
29. Concebem oportunidades de aprendizagem matemática apropriadas que incorporem tarefas matemáticas interessantes, baseadas na investigação atual e que aplicam tecnologias digitais apropriadas para apoiar as diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática
30. Participam e interagem regularmente em atividades profissionais em curso, aproveitando os recursos novos e emergentes de comunicação digital, para melhorar o seu conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo para a promoção da criatividade e aprendizagem Matemática dos alunos.

Apêndice VI: Quadro 7- elaborado a partir da Análise de Conteúdo dos dados e que correspondem aos excertos na formação das categorias nos artigos

Categoria 2: Professores capazes de explorar o currículo, dispostos a fazer mudanças para incorporar as TD, em função das capacidades tecnológicas	
Formação continuada e conhecimento em TD	Nós estamos trabalhando com uma geração de alunos que têm uma perspectiva voltada para tecnologias, com muita facilidade para aprendizagem (P11) ⁵ . Nós tivemos uma capacitação do PRA (Plano de Recomposição das Aprendizagens) na semana passada no módulo 2. Eles pautaram muito isso, usar a tecnologia, né buscar inovações (P9). Às vezes faço alguns cursos que tem lá na AVAMEC (P8). Então, é o que eu te falei desde o início, eu não estou preparado, primeiro eu vou aprender (P5). Primeiro eu tenho que aprender, mas acredito que elas são muito importantes (P10). Eu fiz um curso onde ensinavam um jogo para trabalhar números inteiros e tal. Interessantíssimo, só que não consigo levar isso para sala de aula, eu tenho que ser sincero com vocês, adoraria (P12). Sim, eu sempre faço. Inclusive estou inscrito em dois cursos da Escola de Formação (P16). Mas aqueles cursos, principalmente da Escola de Formação, a gente faz uso deles sim na sala de aula, com certeza. (P17). Alguns cursos, isso, eu já fiz, cursos na Escola de Formação (P18). Foi um trabalho a longa distância na época a gente fez pós-graduação. (P19). A escola sempre cobra para fazer na escola de formação, e descontar na carga horária do modulo (P20). A gente tem que ter domínio, e o que acontece, na maioria das vezes na educação, é que a gente não tem um preparo para trabalhar certo, com às tecnologias digitais (P23). E você fala, meninos, ah, não pode usar o telefone não! Ah, mas a gente não tem que trabalhar tecnologia. Mas, não é dessa forma que a tecnologia, ela é para ser trabalhada, né? Desse jeito, é de uma forma que a gente não sabe, que eu não sei, que eu preciso aprender como trabalhar ela (P24). O uso de tecnologias em sala de aula, até mesmo na universidade, como também quando eu comecei, minha prática docente era muito pouco, né? (P28). A gente faz o possível, a gente procura sempre inovar, né? Para que desperte interesse nos nossos alunos (P21). A formação que a gente tem, ela não é tão boa, a gente aprende mais na prática mesmo, então eu vou atrás e vou aprender. Fiz curso da escola de formação, o Google for Education. Certo. (P26). A gente tem que apresentar coisas novas, porque só o quadro e giz ou pincel não é suficiente (P22).
Recursos tecnológicos	Ensinar os meninos a usar e não proibir, porque se nós não ensinarmos na escola, usar o telefone, a tecnologia, eles vão usar na reunião, na igreja, no teatro, no cinema, e não vai aprender porque não aprendi na escola (P11). Uso mais o GeoGebra, uso o Excel para gráficos, planilhas (P8). Exatamente, é aquele photomath, né? (P1). No ensino médio eu utilizo o GeoGebra e tem a plataforma coquinhos.com que eu utilizo (P4). Eu já utilizei o GeoGebra e utilizo uma plataforma que chama Wordwall (P6). A única coisa que eu levei para lá foi o Datashow (P10). Eu conheço o GeoGebra, né? (P13), (P12). Usei muito os joguinhos matemáticos do Wordwall, ele é muito bom (P13). GeoGebra, né? Consegue ali fazer a demonstração dos sólidos, no plano cartesiano, o photomath, o Kahoot, o Canva, canal no YouTube canal no Tik Tok (P14). Cabri Geometry (P15). Uma calculadora Matemática que para mim, achei maravilhosa a experiência

⁵ Nas respostas 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.

	<p>com Symbolab, também gosto do GeoGebra muito, embora eu seja leiga com GeoGebra. (P16). GeoGebra (P18). Tem uma sala de informática muito boa, né, com mais de 40 computadores, então dá para trabalhar né? A gente utiliza nas aulas data show e o notebook também. Tem turma do ensino médio que tem uns tablets, que eles também podem usar. (P18). Data show (P20). É o GeoGebra para trabalhar com funções. Um site muito bom, principalmente para esboçar gráficos de função, então facilita para o aluno fazer o seu gráfico no papel, na malha quadriculada e depois fazer usando o GeoGebra. Ele vai ver quanto ele aproximou do resultado, né? (P25). Eu conheço só o GeoGebra porque eu utilizei com uns meninos para ensino da geometria (P24). GeoGebra, Meet e WhatsApp, data show como recurso, né? (P28). Sim, eu gosto muito do GeoGebra (P22). Planilha no Excel, Tinker Cage, Autocad (P27).</p>
<p>Ofertar as TD no ensino da Matemática como integração curricular.</p>	<p>Então os Parâmetros Curriculares Nacional, que agora é a BNCC, né? Lá no PCN, de 1997, já fala do uso da informática na escola (P11). Eu gosto da tecnologia, mas não era muito de usá-la a meu favor dentro de uma sala de aula (P7). Então eu não adaptei nada ainda. Mas eu penso em me adaptar sim, porque é a rotina dos estudantes (P9). Ensinar uma função a tecnologia vai ser útil, mas o básico tem que ser compreendido da forma antiga mesmo, posso parecer meio antiquado nesse sentido, mas é o que eu penso (P13). A gente vai ter o resultado queria, se usar se a tecnologia como um incremento, como uma ferramenta facilitadora, né? (P15). Você projeta o conteúdo, eles ficam todos dispersos assim no meu caso é pela particularidade das minhas turmas, então, para introduzir o conteúdo eu prefiro quadro e giz, aulas tradicionais. (P16). Dá para levar o menino no laboratório e ele mesmo criar plano cartesiano, ver os sólidos geométricos, né? No GeoGebra (P17). Não (P20). Então o que eu pude ver, aprender foi muito pouco. Então eu não fiz o uso ainda, certo? (P25). Ele é bom para a gente trabalhar a álgebra, né? Para o aluno, tem a visualização em 3D e o movimento. Então eu gosto dele, desse GeoGebra, tem alguns de estatística também. (P28). Uso da sala de informática para trabalhar geometria (P21). Mas na medida do possível eu utilizo, (P22). Tem alguns conteúdos que são mais complicados para a gente introduzir com essas tecnologias, mas já tem outros que ajudam, que é bom, que ajuda a gente (P2). Tinker Cage, um <i>software</i> que lá falando que ensina a fazer plantas, medidas de ângulos. Autocad para desenho desenhos geométricos (P27).</p>
<p>Estratégias nas avaliações; falta de recursos, manutenção e</p>	<p>Sabemos que para ele usar por exemplo uma calculadora científica, ele não dá conta. Tem aquele que nem a calculadora normal, não dá conta (P7). Então para avaliação a gente não utiliza (P13). O recurso digital funciona no momento do lançamento de todos os gabaritos da avaliação do SIMAVE (P14). Eles gostam de tecnologia, então, eles empolgam para a aula, mas se de fato vai aprender, eu acho que é um ponto para ser pensado (P16). Eu repasso o resultado do SIMAVE, isso eu faço, das avaliações diagnóstica e intermediarias da rede estadual (P17). A gente leva para sala de informática, avalia o comportamento, aquilo que ele aprendeu, como ele está utilizando aquela ferramenta da melhor forma (P18). E eu uso mais a tecnologia no sentido mesmo de preparar o material didático para trabalhar com eles (P19). Porque a gente quer que o aluno mostra pra gente, não só o resultado, mas ele mostra o caminho que percorreu e às vezes utilizando esse tipo de tecnologia, isso não é possível. (P23). Sobre utilizar as tecnologias para avaliar o aprendizado do aluno, ainda não, é só o livro físico mesmo (P25). Durante a pandemia a gente usava aquele Google formulário, aplicava as provas, correção automática, foi</p>

suporte técnico	<p>bacana. Então nós utilizamos, mas no momento que voltou presencial, eu não estou utilizando (P28). No segundo bimestre a nossa atividade avaliativa é um curso de Excel básico. E trazer para mim até dia 21 de junho o certificado de conclusão. Curso que é na Fundação Bradesco, curso é gratuito (P27). Eu costumo abordar mais em sala de aula, não passo avaliação para casa, não. É mais em sala de aula mesmo. (P21). Falar um pouquinho sobre os ângulos, né? Eu estou até com o meu plano aqui, e eles fizeram, eu dei o meu e-mail para eles. Eles têm um e-mail cadastrado, né? Então eu corrijo, toda atividade sem desculpa, né? É através do e-mail, né? Que vai eles são mandados (P22).</p>
Aborda o conteúdo utilizando tecnologias digitais.	<p>Para poder trabalhar a parte de gráficos, a Matemática financeira em si, né? E no ensino médio por exemplo o terceiro ano, aquela parte do plano cartesiano, distância entre dois pontos, quando você joga a reta (P7). Pode ser bastante útil, mas a gente usa muito pouco, né? (P1). Expressões numéricas, principalmente com o fundamental, porque eles têm bastante dificuldade, tem aqueles joguinhos, eu uso bastante (10). Toda introdução de conteúdo eu gosto de trazer uma história, né? O que é aquilo? Como aconteceu? Quem inventou? Geralmente nos meus inícios de conteúdo eu faço isso. Mas com a abordagem de tecnologia não (P1). Ainda não, é uma das minhas metas que eu estou no meu planejamento, que primeiro eu quero aprender. (P5). Que engloba funções, no plano cartesiano, mesmo a história da matemática, dos números negativos (P6). Videoaula, sempre eu uso sabe (P15). Então, eu tenho essa facilidade na geometria, usar tecnologia na álgebra, tenho uma dificuldade maior (P16). Sim, não com tanta frequência igual eu gostaria, mas às vezes utilizo, sou mais no início na introdução do conteúdo (P17). Utilizamos a tecnologia no estudo de função até para mostrar para eles o tipo de gráfico a ser construído na função, né? quando eu trabalho polinômios, por exemplo com os meninos tem um jogo. (P17) Não é assim, nem todo conteúdo a gente utiliza a tecnologia digital não. É mais o livro didático mesmo. Às vezes dá para fazer, às vezes não. Videoaula também a gente passa com explicação contando a história por exemplo como surgiu, né? (P18). A escola que eu trabalho, tem um laboratório minúsculo, e umas máquinas que não funcionam direito, lá não cabe quase ninguém. Para levar uma turma lá, teria que levar uma parte depois outra depois mais outra isso só às vezes desestimula o professor (P19). Não (P20). A gente está o tempo todo se renovando, usar tecnologias na nossa prática diária, mas volta a dizer dentro da medida do possível (P23). Não. A única tecnologia que nós estamos usando no momento é só os nossos projetores lá, né? Os conteúdos, geralmente eles são voltados mais para o tradicional mesmo apresentação no quadro branco. 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 da BNCC, com as competências, com tudo (P25). Mas nem sempre eu vou iniciar uma aula com recurso tecnológico. Então eu vi um jogo muito bacana, né, que até comprei, que chama princesas. Eu utilizei muito um jogo, é do Bob Esponja, eu gostei demais. (P28). Alguns tópicos que são abordados no currículo eles dão essa abertura, né? Para a gente usar a tecnologia, mas vejo ainda que não são todos (P21). Nem sempre. Às vezes fica difícil quando você tem uma quantidade limitada de recursos. Principalmente na rede estadual na zona rural, a gente tem lá poucas opções, mas usa através de um filme, planilha no Excel, potências e cálculos. O Tinker Cage um <i>software</i> que para fazer medidas de ângulos. O Autocad para desenho geométrico (P27). Sempre que possível, tudo que você consegue misturar a</p>

	tecnologia com o dia a dia deles fica mais fácil para eles entenderem, (P22).
Categoria 3: Dificuldades encontradas para compreender o Currículo e a Avaliação na construção de conhecimentos matemáticos com a integração das TD	
Formação inadequada	<p>Talvez se nos módulos eles peguem uma competência, uma só né, para não ficar cansativo pegar uma competência e ler (P11). Não usei nada do que aprendi na pós-graduação. Não usei na sala de aula, não, não vi nada lá que eu pudesse usar (P7). Primeiro, eu tenho muita dificuldade também, com a área tecnológica, a gente não foi capacitada, quando a gente fez a graduação (P1). Então, é uma das minhas metas, que estou planejando, de me preparar (P10). Eu acho que também dá certo, tem um conjunto de fatores, né? A questão do professor, né? A formação dele, ele tem que estar motivado também (P12). Durante a graduação, na área de informática que a gente teve foram aplicativos que hoje nem dá para usar (P15). Então, hoje a gente sabe que existe a escola de formação que o Estado dá, mas eu acho tão fraca, tão pouquinho para o que a gente precisa, a capacitação é tão fraca, (P22). É bom a gente estar sempre inovando, colocando as nossas aulas dentro a tecnologia (P3).</p>
A carga horária e o uso das TD	<p>Você sabe o quanto difícil é a gente ter tempo hábil para estar fazendo esses cursos. Às vezes você está com dois cargos e não tem tempo para tá fazendo todas as capacitações (P9). Até que você monta o data show e desmonta, você já perdeu 20 minutos da aula, né? (P12). A nossa realidade não sobra tempo, devido às deficiências das reuniões. Tenho dois cargos, tem os módulos, né? (P13). O mais difícil é o tempo para aprender, como é que eu vou trabalhar usufruir dessas tecnologias digitais (P23). Olha, o ideal seria isso, só que ultimamente o professor não sei se você trabalha na rede estadual. Nós estamos vivendo um governo, que de certa forma, ele está é pressionando demais o professor, então o professor, ele não tem mais aquele tempo. (P28). O tempo também, eles cobram, mas não nos disponibiliza tempo também. Porque até os módulos, essas reuniões de módulos, às vezes a gente fica lá, comentários a parte, mas a gente fica lá duas horas de reunião de módulos sem objetivo (P22).</p>
Domínio das TD	<p>Confesso que depois da pandemia, quando tive que me familiarizar mais, é que eu comecei a usá-la a meu favor principalmente nessa parte da geometria (P7). Eu não uso, ainda estou me adaptando, mas pretendo usar, mas ainda não uso (P9). Às vezes, como a gente tem dificuldade, a gente acaba deixando de usar, né? (P1). Eu acho que é uma capacitação que a gente não tem. Eu acho que nos falta capacitação (P4). A gente desvia ter a consciência de estar sempre buscando aperfeiçoar nossa prática, mas como, né? (P13). Eu escrevi um canal do YouTube, facilita para mim, por exemplo baixo o link daquela aula e mando nos grupos dos alunos (P15). Não tenho aquele domínio de informática, de tecnologia digital, eu tenho essa dificuldade de incorporar os conteúdos, eu tenho essas limitações(P16). A gente obrigado a usar tecnologia, né? Faz parte da nossa obrigação estar sempre inovando, a gente assina lá, quando a gente vai assumir a cargo né? Querendo ou não (P23). Eu acho que que são importantes, mas a gente tem que aprender a trabalhar com elas, falta capacitação, porque eu realmente tenho dificuldade de trabalhar às vezes o conteúdo, utilizando a tecnologia digital (P24). Na escola nossa, o planejamento já é um QR Code, né? O professor, tem que saber. Nós utilizamos muito Slides, e tudo é no drive, os horários, tudo (P28). Geometria para o meu aluno, aí eu consigo ir lá no GeoGebra e dar uma aula melhor para eles (P21). Explica para eles entrarem com sinais na aba do Excel e ver o que vai sair. Se houvesse um software por exemplo no celular. Talvez eles</p>

	<p>conseguissem trabalhar bem esse software. Por quê? Porque hoje a realidade é são craques no celular, (P27). Faz uma maquete 3D com animação. Eu tenho uma mesa digitalizadora. Aí eu faço as explicações nela e gravo a aula (P26).</p>
<p>Estratégia de avaliações com TD.</p>	<p>Sabemos que para ele usar por exemplo uma calculadora científica, ele não dá conta. Tem aquele que nem a calculadora normal, não dá conta. Não, então? (P7). Então para avaliação a gente não utiliza (P13). O recurso digital funciona no momento do lançamento de todos os gabaritos da avaliação do SIMAVE (P14). Eles gostam de tecnologia, então, eles empolgam para a aula, mas se vai se de fato vai aprender eu acho que é um ponto para ser pensado (P16). Eu repasso isso, o resultado do SIMAVE, isso eu faço. Da diagnóstica né? E aquela que aparece trimestral, esse aí eu faço questão de mostrar para eles o resultado (P17). A gente leva para sala de informática a gente avalia o comportamento aquilo que ele aprendeu como ele está utilizando aquela ferramenta da melhor forma (P18). E eu uso mais a tecnologia no sentido mesmo de preparar o material didático para trabalhar com eles (P19). Porque a gente quer que o aluno mostra pra gente, não só o resultado, mas ele mostra o caminho que ele percorreu e às vezes utilizando esse tipo de tecnologia, isso não é possível. (P23). Mas sobre avaliar, não. Sobre utilizar as tecnologias para avaliar o aprendizado do aluno, ainda não, só pesquisa digital, não pesquisa, é só o livro físico mesmo (P25). Eu vou te falar a verdade, é, durante a pandemia a gente usava aquele Google formulário beleza, aplicar as provas que tem, até aquela correção automática foi bacana. Então nós utilizamos, mas no momento que voltou presencial, eu não estou utilizando assim avaliações formativas assim, mas que e que envolve essa questão tecnológica (P28). Nosso segundo bimestre a nossa atividade avaliativa. Eles vão ser feitos em um curso de Excel básico. E trazer para mim até dia 21 de junho o certificado de conclusão. Curso que é na Fundação Bradesco curso é gratuito (P27). Eu costumo abordar mais em sala de aula, não passo para casa, não. É mais em sala de aula mesmo na sala de informática, pelo Google forms (P26).</p>
<p>Falta de recursos, manutenção e suporte técnico</p>	<p>Né, e dentro da sala de aula não temos internet de qualidade, internet que nos ajuda. Para isso, né? (P7). As ferramentas são poucas, não é o suficiente para alunos individuais. Você tem que estar trabalhando mais em grupo. Na maioria das vezes a internet das escolas não ajuda muito (P8). Vai faltar aparelhos, né? Falta a capacitação para os próprios professores (P4). Geralmente o que resta pra gente é só o celular mesmo (P6). Temos os empecilhos por exemplo as turmas são de 40 alunos, eu tenho uma sala que funciona sete computadores. Como eu vou levar isso para os meus alunos, né? Tem o problema da <i>internet</i>, nós para usarmos os chromebooks, oferecidos pela secretaria de educação, a gente tem que rodar a internet da gente para conseguir minimamente fazer uma chamada então assim é complicado demais você trazer essas tecnologias e coincidentemente (P13). Porque as turmas são muito grandes, em laboratório, ele não tem máquina suficiente para todos os alunos, O que você tem acesso à internet nem para o professor? Quem dirá para os alunos? (P16). Então, eu penso que o que mais dificulta é o primeiro ponto aí seria a internet. Ela teria que ser melhor para utilização dessa tecnologia (P18). Acesso à internet já é bem mais restrito, porque o sinal é muito ruim (P25). O que eu procurei trabalhar sempre foi alguma coisa utilizando o celular(P24). E a gente até que você monta Data show e desmontava, você perde ali 10 minutos de aula, 20 minutos de aula. Montamos desmontando (P24). A internet da escola nossa é péssima. Então, se você for usar um recurso tecnológico que depende de internet. É complicado, então</p>

	<p>you have to get the day. Internet will work? (P28).</p>
<p>Attitudes behaviors of the student</p>	<p>When you get in the classroom to work, besides you have to fight against the cell phone of the student who is 24 hours connected to technology, but does not benefit from the learning of it, right? (P7). Exactly, you have already dealt with this because in a classroom of 35 students you take them to the laboratory for them to share the computers. Here you start to have fights (P9). Ah, I don't have internet, the people know that they have time, that they have internet, but they won't research they won't do (P12). The teacher plans something, they don't obey. Here, unfortunately, in the culture here it is difficult to work, they don't obey norms, rules (P5). They think that to take them to the laboratory is only to assist in the game. So I don't go, sometimes it is difficult (P10). So, in the school where I work, the cell phone came only to ruin the classes. They don't have any learning, they don't have anything to do with the content (P9). But how to take a large group, for you to take 40 students there, you have to have a good preparation, because they don't obey (P10). You can have a wonderful class, but few students even who want to study is a reality of public education, right? (P12). Sometimes they come there in the laboratory so excited to see if they install other games, so they don't give time to you to work with them teaching them to turn off a computer (P13). Difficulty that I find is exactly this that when you talk with the students that is for them to use the cell phone internet, they already associate this with entertainment, distraction, entertainment, they don't link this information directly to the class to the content to the knowledge. (P16). But unfortunately the people don't have neither structure nor the technological apparatus that is needed to cover a proposal with all that, right? (P16). So sometimes this technological part that the people want to apply for our students, it ends up being diverted by them themselves, because they end up finding that it is a game, finding that it is something, and it doesn't give a certain value that they have to learn in mathematics, right? It, maybe, is what is more difficult in the discipline or how they do it, right? How do they react? (P21). The cell phone of the students is this type of technology that the people have, right? the audiovisual of the school, that is the projector, the television these things, (P27) Of course the people have to control them, because they come and go and end up doing other things (P22).</p>
<p>Resistance to changes</p>	<p>But as a mother, I wouldn't want my children to use it, I prefer to be from the old time too, in some situations. (P9). In the faculty, and my formation is not so old, it was talked a lot about this question, about technology, but I was formed in the old way and I learned by sitting and doing exercises, right? I think that this is not a difficulty, I think that it depends more on the interest of the teacher (P15). In the classroom, I like more the traditional class. I like my board, my chalk. I think that in Mathematics it still works better in the traditional. (P19). Because there are still some teachers with a certain resistance to this technology, right? (P1). I like technology, but I am not very much in favor of using it in a classroom (P7). To introduce the content I prefer board and chalk and traditional classes. (P16) But not always I like to use digital technology (P25). But the basic thing is to be understood in the old way, I can seem old-fashioned in this sense, but that is what I think (P13).</p>
	<p>So, it ends up that the people sometimes don't focus too much on specific contents, because of the difficulty that the people have, right? It is a thing like that, in the area of education, we are still walking (P8). So, up to the moment I haven't used</p>

<p>Integração com o currículo</p>	<p>nenhuma tecnologia na disciplina de matemática, não. OK (P9). A gente estava trabalhando, né, montando orçamentos familiar com os alunos, a gente levou até no laboratório, e matrizes no Excel (P1). Trabalho com eles alguns joguinhos, que a gente consegue acessar, que é um jogo mais leve. Então, eu acho assim, os currículos, cursos, eles abordam um pouco, focam um pouco. Eu acho que deveria ter mais abordagem no ensino, no uso das tecnologias, na preparação, no incentivo ao uso (11). Eu trabalho com eles. No sétimo ano, números inteiros, sólidos geométricos, as figuras planas, a gente consegue utilizar a tecnologia, as funções, no primeiro ano, análise de gráficos, a gente consegue usar também (P4). Geometria espacial 3D, você vai estar fazendo desenho ali em 2D nesse caso, eu acho que é uma tecnologia muito útil (P12). Por exemplo, você vai estudar as configurações da função do segundo grau, então coloca ali o controle deslizante e o menino vê lá sinal positivo, a parábola tá externa, para cima, e ali você consegue fazer compreender, (P13). Por exemplo a gente vai dá tal conteúdo e passa um vídeo ali alguma coisa que vai estar auxiliando eles (P15). Tá perfeito o que tem de tecnologia para a gente usar e agregar nossos conteúdos de sólidos geométricos, nesse caso desse plano cartesiano mesmo são muito bons. Então eu acho que deveria estender para todos os conteúdos (P17). É às vezes com o teorema de Pitágoras, dá para você fazer alguma coisa utilizando lá a tecnologia, né? Para eles entenderem lá. Pegando os quadrados e montando lá, né? muitas vezes essa adaptação, nem todo conteúdo dá para você adaptar com a tecnologia, (P18). Já fiz isso, mas ultimamente não tenho feito não. A internet é uma ferramenta muito poderosa. Se você souber usar tem muito recurso do mesmo modo que nós professores utilizamos os alunos também podemos fazer isso. Então, às vezes você propõe uma pesquisa, né? Uma atividade um trabalho ou mesmo assistir às vezes um vídeo no YouTube, uma aula de online de um colega que preparou algum material bom que ele possa aprofundar no assunto. Isso aí é uma coisa que nós gostamos de fazer. (P19). Não (P20). Eu tenho utilizado um software nenhum especial. Não sei na sua escola, mas na nossa, a gente é bem criteriosa sobre seguir de fato o que tá lá no mapa Educacional). A gente tem que investigar e a gente tem que se valer desses recursos, tá certo, mas nem sempre esses recursos tecnológicos a gente consegue utilizar dentro da sala de aula (P23). Sim, se possível, eu pretendo incorporar. A tecnologia nas minhas práticas, só que ainda não deu para fazer o uso dela (P25). Não é todo conteúdo que a gente consegue inserir, né, com a tecnologia. E quando a gente vai trabalhar também com a tecnologia voltado para a educação, os alunos gostam, eles falam muito, defende muito a tecnologia, mas quando você vai trabalhar é voltar para a educação. Eles também não querem, né? (P24). Então eu gosto de álgebra, tem até outro que eu baixei, não me recordo o nome, posso depois olhar para você, mas que eu também gostei. Então foi outro que eu uso para fazer gráficos e tabelas, vamos olhar aqui (P28). Certos conteúdos, eles são bem aceitos para uso tecnológico. Por exemplo, o plano cartesiano, os mapas, as estimativas de áreas, né, que eu mesmo trabalho com os meus alunos, e isso estimativas diárias, né? Essa parte da geometria, ela é muito bem aceita (P21). Eles não sabem de algoritmos matemáticos que fazem toda aquela programação dos joguinhos. Eles não conseguem enxergar essa matemática, dentro da tecnologia que eles estão utilizando (27).</p>
-----------------------------------	---

Fonte: Autoria própria.

ANEXOS

Anexo I: - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MONTES CLAROS -
UNIMONTES



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo dos professores de matemática e o uso das tecnologias digitais

Pesquisador: Agnaldo Maciel Ribeiro Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 74599923.9.0000.5146

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.434.630

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos deste parecer "Apresentação do projeto", "Objetivos da pesquisa" e "Avaliação de riscos e benefícios" foram retiradas de dados e documentos inseridos pelos pesquisadores na Plataforma Brasil.

"Este estudo tem por finalidade investigar as reflexões dos professores de Matemática, mediante o uso das tecnologias digitais no Ensino da Matemática. Notadamente demonstra a necessidade de uma formação continuada para atender as demandas da sociedade cada dia mais

tecnológica. Recursos didáticos como jogos, livros paradidáticos, vídeos, calculadoras, softwares educacionais ou outros, contribuem de forma positiva para diminuir insatisfações no ensino da Matemática. Pensando nessas e outras alternativas para entender o trabalho do professor e o aprendizado do aluno proponho a pesquisar a utilização das tecnologias digitais, como avanços na formação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK) com foco e reflexão na formação continuada do professor que ministra aulas de Matemática. Introduzir novas tecnologias, entende que terá aula diferente, agradável e adequada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Propõem-se entrevistas com professores de Matemática de escolas públicas sobre o uso e aplicação das metodologias ativas atreladas às tecnologias digitais, com manuseio do computador e conhecimento de softwares educacionais. Escolhemos desenvolver uma pesquisa qualitativa, pois possibilita a realização de descrições, interpretações, estabelecimento de relações entre variáveis que na construção dos

Endereço: Av. Dr Rui Braga s/n- Prédio 05, 2º andar, sala 205 - Campus Univers Prof Darcy Ribeiro
Bairro: Vila Maurício **CEP:** 39.401-089
UF: MG **Município:** MONTES CLAROS
Telefone: (38)3229-8182 **Fax:** (38)3229-8103 **E-mail:** comite.etica@unimontes.br

Página 01 de 05

Continuação do Parecer: 6.434.630

artigos que vierem a compor a dissertação, conversam entre si. A pesquisa adotada para embasar a reflexão proposta, centra-se no fato de que as Tecnologias Digitais já fazem parte do cotidiano do professor, daí o interesse de refletir sobre o uso de softwares, que na perspectiva contribuem no processo de ensino e aprendizagem do aluno. Através desse estudo entende-se que é possível refutar a ideia de que a Matemática é difícil e rejeitada por muitos alunos que não conseguem aprender. Mediante a contextualização da era digital, espera-se que o TPACK dos professores a pesquisa demonstra uso de metodologias ativas, com ênfase nas tecnologias digitais, como propõe a pesquisa."

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores:

Objetivo Primário:

"Investigar o conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo - TPACK - dos professores de Matemática e o uso das tecnologias digitais no município de Coração de Jesus e cidades circunvizinhas".

Objetivos Secundários:

"Verificar se os professores de Matemática que atuam nos anos finais da educação básica utilizam tecnologias digitais, laboratório de Informática/Matemática em sua prática docente como instrumento de ensino e aprendizagem pontuando os softwares e ferramentas educativas conhecidas pelos professores. Identificar as principais relações existentes entre a utilização dos recursos computacionais e o rendimento dos alunos, constatando o interesse/desinteresse dos professores em utilizá-los no ensino de Matemática. Identificar os principais obstáculos existentes na utilização dos recursos computacionais no ensino de Matemática para a não utilização adequada das novas tecnologias com inferência no conhecimento pedagógico do professor Analisar se o avanço tecnológico e as novas possibilidades sugeridas à educação têm reprovado as práticas de boa parte dos professores, desestabilizando o professor, que confuso e inseguro, muitas vezes exime-se da responsabilidade de aprofundar conhecimento empírico em sala de aula e de refletir sobre sua prática."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme os pesquisadores, o projeto envolve os seguintes riscos e benefícios:

Riscos: "Os possíveis riscos e desconfortos da pesquisa residem no fato de que deverão utilizar uma parte de seu tempo para responder às perguntas da entrevista semiestruturada, podendo se sentir desconfortável com alguma pergunta. Sendo assim, deve-se elencar questões claras sobre o

Endereço: Av. Dr Rui Braga s/n- Prédio 05, 2º andar, sala 205 - Campus Univers Prof Darcy Ribeiro
Bairro: Vila Mauricéia **CEP:** 39.401-089
UF: MG **Município:** MONTES CLAROS
Telefone: (38)3229-8182 **Fax:** (38)3229-8103 **E-mail:** comite.etica@unimontes.br

Continuação do Parecer: 6.434.630

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências ou inadequações no projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto respeita os preceitos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos, sendo assim somos favoráveis à aprovação do mesmo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2215222.pdf	29/09/2023 16:54:17		Aceito
Outros	termo_responsabilidade_assinado_assinado.pdf	29/09/2023 16:50:59	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_assinado.pdf	29/09/2023 16:47:05	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	justificativa_assinado.pdf	29/09/2023 16:40:21	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	declaracao_de_recursos_proprios_assinado.pdf	29/09/2023 16:33:27	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_assinado.pdf	29/09/2023 16:04:05	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
Declaração de concordância	termo_de_Concordancia.pdf	29/09/2023 15:58:25	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	downloadfile.PDF	29/09/2023 15:53:00	Aginaldo Maciel Ribeiro Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Dr. Rui Braga s/n- Prédio 05, 2º andar, sala 205 - Campus Univers Prof Darcy Ribeiro
Bairro: Vila Mauricéia CEP: 39.401-089
UF: MG Município: MONTES CLAROS
Telefone: (38)3229-8182 Fax: (38)3229-8103 E-mail: comite.etica@unimontes.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MONTES CLAROS -
UNIMONTES



Continuação do Parecer: 6.434.630

MONTES CLAROS, 19 de Outubro de 2023

Assinado por:
Carlos Alberto Quintão Rodrigues
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Dr. Rui Braga s/n- Prédio 05, 2º andar, sala 205 - Campus Univers Prof Darcy Ribeiro
Bairro: Vila Mauricéia **CEP:** 38.401-089
UF: MG **Município:** MONTES CLAROS
Telefone: (38)3229-8182 **Fax:** (38)3229-8103 **E-mail:** comite.etica@unimontes.br

Página 05 de 05



Anexo II: TERMO DE ANUÊNCIA



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Secretaria de Estado de Educação

Assessoria de Ensino Superior - Políticas e Programas de Educação Superior

Termo de Anuência - SEE/ASU/PESQUISA/EXTENSÃO

Belo Horizonte, 21 de março de 2024.

TERMO DE ANUÊNCIA

A Assessoria de Ensino Superior da Secretaria de Estado de Educação, após análise da documentação encaminhada, referente ao Projeto de Pesquisa, **O CONHECIMENTO TECNOLÓGICO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA E O USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS**, que será conduzido pelo Pesquisador **AGNALDO MACIEL RIBEIRO OLIVEIRA**, sob a orientação do Prof. Dr. **JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO**, ambos vinculados à **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS – UNIMONTES**, manifesta-se **ciente e favorável** à realização da pesquisa, **após a aprovação dos respectivos Comitês de Ética em Pesquisa das Instituições envolvidas.**

Todos os dados, arquivos, informações disponibilizadas, deverão ser preservados em sigilo, sendo que a eventual utilização científica deverá observar, as prerrogativas da Constituição da República Federativa de 1988, especialmente, no que tange ao direito da intimidade e a privacidade dos colaboradores da pesquisa; a Lei n.º 8.069, de 13 de julho de 1990 - que dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente; a Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD); a Resolução n.º 466, de 12 de dezembro de 2012, que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos; a Resolução n.º 510, de 7 de abril de 2016, que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis, ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana; os princípios éticos para o desenvolvimento da pesquisa das Instituições de Ensino Superior à qual o pesquisador esteja vinculado, entre outros normativos que regem a ética na pesquisa, o envolvimento com seres humanos e o tratamento dos dados.

A identidade dos envolvidos na pesquisa deverá ser mantida em sigilo, de acordo com os normativos legais.

A Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, as Instituições de Ensino, setores envolvidos e os colaboradores da pesquisa não terão nenhum tipo de ônus.

As informações constantes nos dados, arquivos disponibilizados ou observados deverão ser utilizadas especificamente para fins científicos e acadêmicos, produzidas com essa finalidade, vedado o uso desses dados, arquivos ou informações em outros projetos e estudos.

Assessoria de Ensino Superior
Secretaria de Estado de Educação do Estado de Minas Gerais



Documento assinado eletronicamente por **Leandra Felicia Martins, Assessora Chefe**, em 21/03/2024, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **84560141** e o código CRC **E8BECE3C**.

Referência: Processo nº 1260.01.0029855/2024-55

SEI nº 84560141