

Tipos de conhecimentos sobre geometria espacial mobilizados por docentes dos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise a partir do TPACK

Julio Silva de Pontes

Universidade do Estado do Amapá

Macapá, AP — Brasil

✉ julio.pontes@ueap.edu.br

 0000-0003-1687-1508

Celso Ribeiro Campos

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

São Paulo SP — Brasil

✉ crcampos@pucsp.br

 0000-0001-7371-2437

Elivaldo Serrão Custódio

Universidade do Estado do Amapá

Macapá, AP — Brasil

✉ elivaldo.pa@hotmail.com

 0000-0002-2947-5347



2238-0345 

10.37001/ripem.v16i2.4738 

Recebido • 13/10/2025

Aprovado • 16/06/2026

Publicado • 28/08/2026

Editoria • Edvonete Souza de Alencar 

Veridiana Rezende 

Resumo: Este artigo analisa os tipos de conhecimento sobre Geometria Tridimensional mobilizados por docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental no ensino de figuras espaciais. Investigam-se os conhecimentos geométricos, pedagógicos e tecnológicos mobilizados pelos docentes ao lidarem com esse conteúdo. Trata-se de uma pesquisa qualitativa por meio de estudo de caso que se baseou no modelo do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo — TPACK. A produção dos dados ocorreu por meio de avaliação diagnóstica, formação continuada e entrevistas realizadas com 22 docentes dos anos iniciais da rede municipal Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. Os dados foram organizados em categorias analíticas vinculadas ao TPACK e examinados com base na análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin. Os resultados evidenciam diferentes níveis de mobilização dos conhecimentos do conteúdo, pedagógico e tecnológico, com fragilidades relacionadas à compreensão conceitual, à representação das figuras tridimensionais e no uso didático de tecnologias digitais.

Palavras-chave: Geometria Tridimensional. TPACK. Conhecimento Docente. Formação de Professores. Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Types of knowledge about three-dimensional geometry mobilized by teachers in the early years of elementary education: an analysis based on TPACK

Abstract: This article analyzes the types of knowledge about Three-Dimensional Geometry mobilized by teachers in the early years of Elementary Education in the teaching of three-dimensional figures. It investigates the geometric, pedagogical, and technological knowledge mobilized by teachers when dealing with this content. This is a qualitative case study grounded in the Technological Pedagogical Content Knowledge model — TPACK. Data were produced through a diagnostic assessment, continuing education activities, and interviews conducted with 22 teachers from the early years of the municipal school system of Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. The data were organized into analytical categories linked to TPACK and examined based on the content analysis proposed by Laurence Bardin. The results reveal different levels of mobilization of content, pedagogical, and technological knowledge, with

weaknesses related to conceptual understanding, the representation of three-dimensional figures, and the didactic use of digital technologies.

Keywords: Three-Dimensional Geometry. TPACK. Teacher Knowledge. Teacher Education. Early Years of Elementary Education.

Tipos de conhecimentos sobre geometria tridimensional mobilizados por docentes de los primeros años de la educación primaria: un análisis a partir del TPACK

Resumen: Este artículo analiza los tipos de conocimiento sobre Geometría Tridimensional mobilizados por docentes de los primeros años de la Educación Primaria en la enseñanza de figuras tridimensionales. La investigación examina conocimientos geométricos, pedagógicos y tecnológicos mobilizados por los docentes al abordar este contenido. Se trata de un estudio cualitativo, de tipo estudio de caso, fundamentado en el modelo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido — TPACK. La producción de datos se realizó mediante evaluación diagnóstica, actividades de formación continua y entrevistas con 22 docentes de la red municipal de Angra dos Reis, Río de Janeiro, Brasil. Los datos fueron organizados en categorías analíticas vinculadas al TPACK y examinados con base en el análisis de contenido de Laurence Bardin. Los resultados evidencian diferentes niveles de movilización de los conocimientos de contenido, pedagógico y tecnológico, con debilidades en la comprensión conceptual, la representación de figuras tridimensionales y el uso didáctico de tecnologías digitales.

Palabras clave: Geometría Tridimensional. TPACK. Conocimiento Docente. Formación de Profesores. Primeros Años de la Educación Primaria.

1 Introdução

Uma das abordagens comuns entre educadores nas salas de aula é a utilização de livros didáticos e a repetição do estilo tradicional de ensino que eles mesmos experimentaram durante sua formação escolar. Essa prática contraria a visão de Dina van Hiele, que defende que “o método de ensino adotado pelo professor não deve replicar as abordagens de educadores anteriores” (Van Hiele, 1957, p. 178, tradução nossa). Ademais, o professor acaba rotulando os alunos como bons ou maus em Matemática. “Quem não aprendia, dava com toda probabilidade, uma simples ideia de si mesmo de não possuir a famosa ‘predisposição natural’ para a disciplina [...]” (D’Amore, 2007, p. 28).

Alguns desses estudantes, que foram taxados como fracos em Matemática, hoje são educadores, enfrentando essa disciplina e procurando maneiras e métodos para ensinar esse conteúdo. Porém,

Pensar sobre as práticas docentes, no entanto, nos remete a uma discussão referente à própria formação dos professores que ensinam matemática. A forma como um professor ensina está implícita na concepção que ele tem de ensino, de aprendizagem e de Matemática (Barreto & Oliveira, 2014, p.1499).

Aliás, a análise das pesquisas levantadas por Lopes *et al.* (2024) aponta que estudantes do curso de Licenciatura em Pedagogia, que escolheram seguir a profissão docente, bem como professores que já atuam em sala de aula, não se sentem preparados para ensinar Matemática. Esse aspecto relaciona-se aos problemas identificados na formação inicial, entre os quais se destacam a pouca carga horária destinada a essa área do conhecimento e a desarticulação entre teoria e prática. Os autores também mencionam o campo Números e Operações como uma das

principais causas das dificuldades de aprendizagem. Soma-se a isso o desafio atual de lecionar matemática conforme a Base Nacional Comum Curricular — BNCC (Brasil, 2017), que organiza o componente curricular em cinco unidades temáticas, incluindo a Geometria.

Por sua vez, estudos recentes apontam que a insuficiência de formação docente em Matemática continua a impactar a prática pedagógica nos anos iniciais (Angeli, 2025; Lopes *et al.*, 2024), sendo agravada por limitações estruturais nas escolas, como laboratórios incompletos ou recursos didáticos escassos. Essa combinação contribui para lacunas na aprendizagem dos alunos e reforça a necessidade de estratégias formativas inovadoras.

Dessa forma, Oliveira *et al.* (2022) afirmam que “é necessário o investimento em cursos de formação continuada direcionadas aos docentes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental com foco nos conteúdos geométricos” (p. 75). Nesse sentido, os autores sugerem propostas que podem ser utilizadas pelos professores em sala de aula, com o uso de materiais de baixo custo. Essas atividades podem ser adaptadas ou modificadas conforme a realidade de cada turma, possibilitando que os docentes explorem diferentes recursos e elaborem novas propostas pedagógicas.

Além disso, ao ministrar matemática, é comum que os educadores transmitam, muitas vezes de forma inconsciente, a ideia de que essa matéria é complicada, repleta de cálculos e questões desafiadoras. Essa visão negativa também impacta o aprendizado da Geometria, que ocorre nas salas de aula, como observou Veloso, Fonseca, Pontes e Abrantes (1999). Isso se manifesta na ênfase que se dá às definições no começo de cada novo tema, mesmo antes de realizar atividades relevantes; na opção de tratar a Geometria como um conteúdo separado no ensino, percebendo-a como uma parte distinta da Matemática, sem grande ligação com outros assuntos dessa área ou de outras disciplinas; e na intenção de introduzir os objetos geométricos de uma maneira que avance do mais fácil para o mais difícil (Geometria Primitiva → Geometria Plana → Geometria Espacial), enquanto, na realidade, o desenvolvimento natural da criança vai do todo para as partes (Geometria Espacial → Geometria Plana → Geometria Primitiva). Nesse sentido, Duval (1995) apresenta que a aprendizagem geométrica não ocorre apenas pela memorização de conceitos, mas pela interação entre perceber, modificar, interpretar e construir figuras. Assim, partir de objetos concretos, da visualização e da exploração espacial aproxima-se mais do desenvolvimento natural da criança, que tende a compreender primeiro o todo para depois analisar suas partes.

Neste sentido, Kaleff (2008) ressalta que, durante a formação contínua de educadores, foram detectadas deficiências na visualização e na interpretação de dados gráficos, dificuldades em conectar objetos físicos com suas diversas representações e, além disso, muitos docentes não tinham proficiência na execução de desenhos básicos, que são comumente encontrados nos livros didáticos.

Esses elementos justificam a investigação proposta neste estudo nos primeiros anos do Ensino Fundamental, uma vez que cabe ao educador que leciona nessa etapa escolar instruir sobre Geometria. Contudo, “sua formação acadêmica deixa muito a desejar, em relação aos conteúdos de Matemática, visto que, pouco lhe é ofertado dentro da grade curricular dos cursos de formação superior” (Vieira, 2017, p. 23). Esse déficit na formação docente nos anos iniciais gera decisões sobre o que incluir no ensino em classe, como podemos notar na próxima declaração:

Sabemos que as professoras das séries iniciais, na maioria das vezes, não trabalham com a geometria em decorrência de deficiências em sua formação matemática, o que acaba por trazer-lhes muita insegurança. Essa situação vem reforçar nossa crença em

relação à necessidade de se conferir uma maior prioridade para a geometria na formação docente (Nacarato & Passos, 2003, p. 74).

Curi e Pires (2008) destacam que existem lacunas conceituais no ensino de Geometria, sendo fundamental a formação continuada para suprir as necessidades dos professores em relação à produção de materiais de apoio, sugestões de atividades e acompanhamento dos docentes recém-formados. Esse ponto é corroborado por Nacarato e Passos (2003) e por Santos e Nacarato (2023), que enfatizam a relevância de que a formação continuada ofereça suporte não apenas na elaboração de materiais e tarefas, mas também no acompanhamento das primeiras experiências docentes no ensino de Geometria.

Apesar da relevância do ensino de Geometria, observa-se que muitos docentes dos anos iniciais enfrentam dificuldades na mobilização do conhecimento geométrico, especialmente em relação a figuras espaciais. Diante dessa lacuna, a pesquisa busca responder: Quais conhecimentos geométricos são efetivamente mobilizados pelos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental ao ensinar Geometria Espacial? De acordo com Salazar (2005), é importante verificar os conceitos relacionados ao ensino do conteúdo trabalhado, a forma como o professor participa da construção do conhecimento pelos alunos, através de diferentes formas de representação do tema abordado, além de fornecer uma discussão sobre o conhecimento disciplinar requerido aos docentes.

O trabalho tem ainda por objetivo identificar os tipos de conhecimento geométrico mobilizado pelos docentes do Ensino Fundamental nos anos iniciais durante a prática pedagógica em sala de aula. Neste estudo, o saber geométrico se refere ao conjunto de saberes que os professores utilizam para orientar a aprendizagem em Geometria Espacial, englobando a percepção, interpretação e construção de figuras tridimensionais, bem como sua relação com o currículo dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Para promover a aquisição do conhecimento sensibilizado pelos educadores, buscamos fundamentar nossa análise nos níveis de desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK), conforme apresentado por Mishra e Koehler (2006) e Koehler e Mishra (2008, 2009). Segundo Oliveira e Macêdo (2025), o TPACK configura-se como um *framework* que possibilita aos docentes de Matemática integrar as tecnologias digitais de maneira intencional e significativa em suas aulas.

Este modelo enfatiza a importância de não apenas incorporar as tecnologias digitais na prática pedagógica, mas também dominar os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo, elementos essenciais para uma formação docente sólida e alinhada às demandas contemporâneas. Além do mais, contempla os cinco níveis sequenciais para a integração de uma tecnologia ainda não explorada pelos professores no ensino e na aprendizagem de conteúdos de Matemática, conforme descrito por Niess *et al.* (2009).

Para tal, usamos o método qualitativo em pesquisa do tipo estudo de caso (Yin, 2020) realizado com professores dos anos iniciais do EF da rede municipal de Angra dos Reis-RJ durante uma formação continuada sobre esse tema em fevereiro de 2020. Foi realizada uma entrevista com um grupo destes docentes. Para a análise dos dados coletados usamos a análise do conteúdo (Bardin, 2016).

A razão para a realização da pesquisa fundamenta-se na relevância de entender quais saberes geométricos são utilizados pelos docentes. Shulman (1989) declara que tal conhecimento é relevante para pesquisadores, educadores e formuladores de políticas educacionais, uma vez que "servem para verificar, refinar, confirmar ou elaborar o trabalho conceitual anterior" (Shulman, 1989, p. 68, tradução nossa).

2 Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)

Neste estudo, o TPACK é assumido como referencial teórico-analítico por possibilitar compreender como os docentes articulam conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos ao ensinar Geometria Espacial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A escolha desse modelo justifica-se porque o ensino de figuras espaciais exige não apenas o domínio conceitual sobre os poliedros e corpos redondos, suas propriedades e representações, mas também a seleção de estratégias pedagógicas e recursos tecnológicos capazes de favorecer a visualização, a manipulação e a representação dos objetos tridimensionais

O TPACK é essencial no contexto da formação e do aumento da proficiência do professor, já que o educador é "um agente independente com a capacidade de impactar de forma significativa a incorporação adequada (ou inadequada) da tecnologia no processo de ensino" (Koehler & Mishra, 2008, p. 3, tradução nossa). Ademais, "nos possibilita definir e analisar uma intrincada rede de relacionamentos de maneira metódica e fundamentada" (Mishra & Koehler, 2006, p. 1044, tradução nossa).

Esta abordagem é fundamental para compreender os conhecimentos geométricos mobilizados pelos docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, permitindo identificar tanto pontos fortes e lacunas no processo de ensino-aprendizagem (Oliveira, Henriques & Gutiérrez-Fallas, 2018). Também considera as diferentes empregabilidades de métodos e a implementação do uso de tecnologias digitais, mesmo diante de desafios no ambiente escolar, como a falta de infraestrutura adequada, limitações na formação continuada e desigualdade no acesso a essas tecnologias (Oliveira & Macêdo, 2025).

No contexto dos anos iniciais do Ensino Fundamental, o ensino de Geometria Espacial envolve a exploração de figuras tridimensionais, a identificação de propriedades de objetos geométricos, como faces, vértices e arestas, e a compreensão das relações entre representações concretas, pictóricas e simbólicas. Assim, neste artigo, a expressão "conhecimento geométrico mobilizado" refere-se aos saberes acionados pelos docentes ao reconhecer, nomear, representar, comparar e justificar propriedades de figuras espaciais em situações de ensino. Essa mobilização envolve tanto o conhecimento matemático do conteúdo quanto as formas de mediação pedagógica utilizadas para tornar esses conceitos compreensíveis aos estudantes.

É importante destacar que, de acordo com Koehler e Mishra (2009), a integração tecnológica não é limitada apenas ao uso de softwares. Ela abrange "tecnologias tanto analógicas (ex.: giz e lápis) quanto digitais (computadores, por ex.), bem como as antigas ou as novas tecnologias" (Palis, 2010, p. 435). Conforme observam Koehler e Mishra (2009), as tecnologias tradicionais, como lápis, quadros, microscópios e pêndulos, são definidas por sua especificidade (função), por serem permanentes (não mudam) e por seu funcionamento ser claro. Em contraste, as tecnologias digitais são versáteis, sujeitas a alterações com o tempo e apresentam um funcionamento que não é evidente.

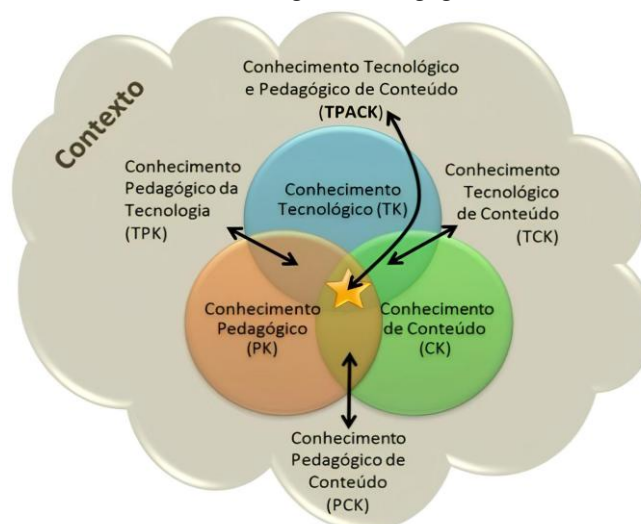
De acordo com Koehler e Mishra (2008, 2009), muitos educadores sentem-se despreparados para integrar tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que não tiveram vivências com essas ferramentas durante sua formação, o que os leva a considerar várias delas como irrelevantes para a sala de aula. Portanto, fatores sociais e institucionais também contribuem para a não implementação das tecnologias, como a escassez de tempo para o planejamento das aulas dentro de suas rotinas ocupadas, bem como a falta de recursos financeiros, informações, suporte técnico ou materiais. Koehler e Mishra (2009, pp. 61-62, tradução nossa) acrescentam que "os professores frequentemente têm uma vivência inadequada (ou inadequada) com o uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem".

Portanto, para transformar essa situação, é essencial levar em consideração a realidade pedagógica e as práticas dos educadores, visando torná-los mais flexíveis e inovadores. Assim,

É necessário um investimento pessoal e coletivo para uma mudança de atitude, visto que é necessário ao professor atual despir-se de eventuais preconceitos, superar alguns medos e trajar-se do desejo de aprender a usar os recursos tecnológicos, interagindo com os alunos em sala de aula (Cibotto & Oliveira, 2012, p. 10).

Desta forma, o TPACK permitirá descrever como a interação complexa entre os componentes principais do conhecimento do professor: o conhecimento sobre conteúdo, sobre pedagogia e sobre tecnologia. A interseção desses três aspectos do conhecimento possibilita a formação de mais quatro componentes: o pedagógico do conteúdo, o pedagógico da tecnologia, o tecnológico do conteúdo e o que une tecnologia e pedagogia com conteúdo. Esses elementos permitem analisar como o professor adapta sua prática às necessidades dos alunos, seleciona tecnologias adequadas e articula estratégias pedagógicas para favorecer a aprendizagem. Portanto, é visto como o "centro do ensino eficaz com a presença da tecnologia" (Koehler & Mishra, 2008, p. 12, tradução nossa), conforme ilustrado na figura 1:

Figura 1: Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)



Fonte: Cibotto; Oliveira (2017, p. 13).

No presente estudo, as categorias do TPACK não são tomadas apenas como definições isoladas, mas como dimensões articuladas da prática docente. O Conhecimento do Conteúdo (CK), por exemplo, refere-se ao domínio dos conceitos de Geometria Espacial, como a identificação de figuras espaciais, faces, vértices, arestas e suas propriedades. O Conhecimento Pedagógico (PK) envolve as formas de organizar o ensino, propor atividades, mediar dúvidas e promover a participação dos estudantes. Já o Conhecimento Tecnológico (TK) diz respeito ao uso de recursos analógicos e digitais, como materiais manipuláveis, desenhos, fotografias, softwares ou aplicativos, que podem favorecer a visualização e a representação dos objetos tridimensionais.

Ademais, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) se manifesta quando o professor sabe quais estratégias pedagógicas são mais adequadas para ensinar conceitos de Geometria Espacial. Por exemplo, ao ensinar prismas e pirâmides, o docente pode organizar atividades em que os alunos construam modelos com palitos e massinha, façam comparações entre diferentes representações da figura ou identifiquem vértices, arestas e faces em objetos do

cotidiano. O PCK também inclui a capacidade de antecipar dificuldades comuns, como confundir pirâmides com prismas, e propor intervenções pedagógicas para superar esses obstáculos.

O Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK) se refere à habilidade do professor de integrar a tecnologia de maneira pedagógica, independentemente do conteúdo específico. Por exemplo, ao usar um software de geometria dinâmica, o professor cria simulações de rotação de pirâmides ou prismas, permitindo que os alunos visualizem diferentes perspectivas, explorem o movimento e discutam como essas mudanças afetam as faces e vértices. A tecnologia é usada para mediar a aprendizagem e não apenas para apresentar imagens estáticas. O professor precisa conhecer as limitações de cada recurso e como orientar os alunos na exploração do material digital para apoiar a aprendizagem.

O Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) diz respeito ao conhecimento de como o conteúdo específico pode ser modificado ou ampliado pelo uso da tecnologia. Por exemplo, ao utilizar um aplicativo de realidade aumentada, o docente projeta figuras tridimensionais no espaço da sala de aula, permitindo que os alunos caminhem em torno de um cilindro ou cone virtual, observando a forma de diferentes ângulos, compreendendo conceitos de volume, altura e base de maneira interativa, que seria difícil de alcançar com recursos analógicos.

O TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge*: "incluindo a compreensão de representações de conceitos usando tecnologia, técnicas pedagógicas que empregam tecnologia para ensinar conteúdos, de como uma tecnologia pode ajudar a lidar com as dificuldades dos alunos" (Palis, 2010, p. 436). Assim sendo, o TPACK

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.19).

A integração das três dimensões permite que o professor combine estratégias pedagógicas, relacione o conteúdo e tecnologias de forma intencional. Por exemplo, ao propor que os alunos construam um modelo físico de pirâmide, registrem fotos e depois usem um software de geometria para visualizar a rotação do sólido, o docente articula simultaneamente conhecimento matemático, pedagógico e tecnológico, promovendo aprendizagem significativa e interativa em Geometria Espacial.

Logo, como ilustrado na figura 1, o contexto é fundamental para o processo de ensino e aprendizado, pois coloca o conhecimento do educador em diferentes situações, adaptando-se a variados elementos educacionais. Deste modo, a percepção das relações entre os conhecimentos que o TPACK aborda e “de que forma eles se relacionam em ambientes específicos (incluindo a compreensão de certos estudantes, redes sociais escolares, preocupações dos responsáveis etc.), proporciona a flexibilidade necessária para que os docentes alcancem êxito” (Koehler & Mishra, 2008, p. 23, tradução nossa).

Cibotto e Oliveira (2012, p. 10) enfatizam que no contexto brasileiro, no qual nem toda juventude possui acesso a uma tecnologia de qualidade e muitos dos quais possuem esta possibilidade, “utilizam as tecnologias digitais em diversos contextos cotidianos, mas não o fazem da mesma maneira no interior das salas de aula”. Em suas pesquisas, Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018) colocam que, o conhecimento do professor em relação ao TPACK está vinculado aos temas: currículo e avaliação (ajuste curricular do conteúdo e o modo como

será avaliado); aprendizagem (quando os alunos usam a tecnologia); ensino (metodologias, gestão da sala quando se usa a tecnologia); e acesso (uso, limitação e disponibilidade da tecnologia).

Segundo Koehler *et al.* (2014), uma limitação do quadro teórico do TPACK está na neutralidade dos objetivos de ensino: “a estrutura do TPACK não fala sobre que tipos de conteúdo precisam ser cobertos e como devem ser ensinados” (p. 109, tradução nossa). Para que os professores compreendam as interações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, é necessário, conforme Mishra e Koehler (2006), oferecer uma formação que explore essas relações. Esses autores afirmam que “o desenvolvimento do TPACK deve ser um objetivo crítico da formação de professores” (Mishra & Koehler, 2006, p. 1046, tradução nossa). Nesse contexto, torna-se fundamental explorar o quadro metodológico do conhecimento geométrico dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre figuras espaciais e construir uma formação que enfatize as interações entre esses conhecimentos, conforme proposto pelo TPACK, contribuindo para a área e subsidiando futuras pesquisas sobre o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo de Geometria Espacial, além de ampliar os horizontes da integração tecnológica na prática docente.

Adicionalmente, para compreender o processo gradual de integração tecnológica na prática docente, Niess *et al.* (2009) apresentam uma proposta descrita em cinco níveis sequenciais: (1) reconhecer, quando o professor identifica a tecnologia e seu alinhamento com o conteúdo, mas não a utiliza efetivamente; (2) aceitar, quando adota uma atitude favorável ou desfavorável em relação ao uso da tecnologia; (3) adaptar, quando decide adotar ou não a tecnologia; (4) explorar, quando integra ativamente a tecnologia no ensino; e (5) avançar, quando avalia os resultados da integração tecnológica.

No contexto deste estudo, esses níveis auxiliam a interpretar em que medida os professores apenas reconhecem recursos tecnológicos, aceitam sua relevância, adaptam suas práticas, exploram possibilidades didáticas ou avançam para uma integração mais consistente no ensino de Geometria Espacial (Niess *et al.*, 2009; Oliveira, Henriques & Gutiérrez-Fallas, 2018). Assim, tais níveis não são compreendidos como etapas lineares obrigatórias, mas como indicadores que permitem analisar diferentes formas de mobilização do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo.

Muitos professores enfrentam desafios para integrar tecnologias digitais em função de lacunas na formação inicial, escassez de recursos e falta de experiências práticas (Koehler & Mishra, 2008, 2009; Cibotto & Oliveira, 2012). Assim, o TPACK fornece um referencial consistente para analisar a mobilização do conhecimento docente e orientar ações formativas.

Dessa forma, o referencial teórico adotado neste artigo permite analisar o conhecimento docente em três dimensões interdependentes: o domínio dos conceitos de Geometria Espacial, as estratégias pedagógicas utilizadas para favorecer sua aprendizagem e os recursos tecnológicos mobilizados no processo de ensino. Essa articulação orienta a construção das categorias analíticas da pesquisa e sustenta a interpretação dos dados produzidos na avaliação diagnóstica, na formação continuada e nas entrevistas com os docentes.

3 Metodologia

As informações reunidas no estudo de caso (Yin, 2020) surgiram através de uma pesquisa prática de uma gama de evidências inseridas em um ambiente de formação docente, mantendo suas qualidades gerais e relevantes. Nesta abordagem, buscou-se entender "como?" e "por que?" certos eventos se manifestam, ou seja, investigamos "como?" e "por que?" os professores dos anos iniciais do ensino fundamental mobilizam conhecimentos geométricos ao

ensinar sobre figuras espaciais. Para colher algumas informações preliminares sobre o entendimento de geometria de diversos professores dos primeiros anos do Ensino Fundamental, utilizamos a semana de formação continuada com os docentes do município de Angra dos Reis-RJ (FORMAR) para adquirir dados relevantes para a pesquisa.

Realizamos um estudo piloto que aconteceu durante a formação de novas metodologias para o ensino da geometria, organizada pela Secretaria Municipal de Educação de Angra dos Reis-RJ, onde realizamos uma capacitação em geometria elementar. Estiveram presentes 22 professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental de diferentes escolas da rede, e por meio dessa formação, realizamos uma avaliação diagnóstica e conduzimos as entrevistas. Assim, as conclusões devem ser interpretadas considerando o contexto limitado, embora forneçam insights valiosos para a formação em Geometria Espacial nos anos iniciais. Sobre os procedimentos éticos, ressalta-se que a pesquisa seguiu todos os protocolos conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regula estudos envolvendo seres humanos no Brasil sendo aprovada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Plataforma Brasil) sob o n. 3.727.722. Os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, o caráter voluntário da participação e a garantia de anonimato. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi obtido com assinatura de todos, assegurando o cumprimento das exigências éticas.

A avaliação diagnóstica foi realizada com a finalidade de reconhecer, entre os professores que lecionam nos primeiros anos do Ensino Fundamental e que participaram do treinamento, as diferentes categorias de conhecimento para o ensino descritas por Shulman (1986). Estas incluem o conhecimento do conteúdo, o conhecimento curricular e o conhecimento pedagógico do conteúdo. Por outro lado, as entrevistas foram feitas para "permitir o aprofundamento de pontos levantados por outras técnicas de coletas de alcance mais superficial, com o questionário" (Lüdke & André, 1986, p. 34). Dessa maneira, tanto a avaliação diagnóstica quanto as entrevistas possibilitaram reconhecer, entre os professores, alguns dos elementos do CK, PK e PCK dentro do TPACK, ou seja, o grau de entendimento que os docentes possuem sobre o conteúdo, a pedagogia e a pedagogia do conteúdo relacionada à Geometria espacial básica.

Depois de realizar a coleta e a análise do material pesquisado, que inclui entrevistas e anotações das observações, procedemos com o diagnóstico utilizando a codificação dos procedimentos da análise de conteúdo de Bardin (2016). A definição das categorias foi um processo em que organizamos os componentes das mensagens analisadas em grupos previamente estabelecidos por unidades de registro que compartilham características semelhantes.

As unidades de registro consistiram em palavras, frases ou trechos relacionados à Geometria Espacial. As categorias analíticas foram construídas a partir da teoria do TPACK: CK, PK, TK, PCK, TPK, TCK e TPACK. Para assegurar confiabilidade, cada unidade foi revisada por dois pesquisadores independentes, discutindo divergências até consenso. As unidades de contexto foram determinadas pelo parágrafo ou trecho que fornecia o significado completo do registro.

4 Análise da avaliação diagnóstica docente

Entre os 22 educadores que participaram da avaliação diagnóstica, durante a capacitação 'Novas metodologias para o ensino da geometria', observaram-se diferentes modos de mobilização do conhecimento geométrico relacionado às figuras espaciais. Um docente apresentou respostas que articulavam semelhanças entre figuras tridimensionais, levantamento

de hipóteses e reconhecimento de propriedades. Cinco docentes mobilizaram conhecimentos relativos à contagem de vértices, arestas e faces, embora tenham apresentado dificuldades na habilidade de visualização, pois não conseguiram ver todos os cubos que estavam representados. Outros quatorze docentes realizaram associações entre objetos do cotidiano e as figuras espaciais, indicando uma mobilização inicial da visualização espacial, fortemente apoiada na percepção imediata do material concreto.

A predominância da percepção imediata sobre a exploração espacial indica que os docentes ainda dependem fortemente de representações concretas, o que pode limitar a aplicação de estratégias pedagógicas que explorem interações entre conteúdo e tecnologia. Esse achado evidencia lacunas no PCK, sugerindo a necessidade de formação que integre intencionalmente tecnologia no ensino de figuras espaciais.

Notamos que dois educadores não conseguiram notar as características dos objetos. Isso ocorreu porque não conseguiram argumentar, identificar os elementos das formas tridimensionais em diversas representações e não conseguiram reconhecê-las. Eles se basearam na denominação das formas a partir das imagens mentais que possuíam do objeto, categorizando-as apenas como objetos que apresentavam curvas ou linhas retas. Portanto, reparamos que a visualização não estava desenvolvida. Para entender as respostas fornecidas pelos professores, foram apresentados, no começo da atividade na formação, 10 objetos nomeados de A até J, como podemos ver na figura 2.

Figura 2: Objetos usados na avaliação diagnóstica e formação



Fonte: Dos autores

Na Tabela 1, encontramos a identificação de cada um dos itens mostrados na Figura 2:

Tabela 1: Relação da letra com o objeto usado na avaliação diagnóstica

(A)	Caixa de pasta de dente
(B)	Canudo
(C)	Dado
(D)	Bola de gude
(E)	Paralelepípedo
(F)	Cubo
(G)	Casquinha de sorvete

(H)	Prisma triangular
(I)	Pirâmide quadrangular
(J)	Cone

Fonte: Dos autores

A verificação das respostas dos professores para explicar que estão em um estágio que denominamos pré-cognitivo, que precede a visualização, de acordo com Clements e Sarama (2011), ocorre através das unidades de contexto mostradas na Tabela 2. Ela mostra as evidências de mobilização da visualização espacial: as unidades de contexto representam respostas docentes, codificadas conforme CK, PK e TK do TPACK. As colunas DI e DII indicam docentes individuais analisados:

Tabela 2: Evidências de mobilização da visualização espacial na avaliação diagnóstica

Predominância de critérios perceptivos na análise dos objetos		
DI	a) Quais deles apresentam curvas? <u>D, G e J</u> b) Quais deles não apresentam curvas? <u>S, B, F, H, A e C</u>	Não identificou que o objeto B (canudo) apresenta curva
DII	a) Quais deles apresentam curvas? <u>B, H, D, G e J</u> b) Quais deles não apresentam curvas? <u>C, F, E, A, I</u>	Identificou que o objeto H (prisma triangular) apresenta curva
Nomeação das figuras apoiada em imagens mentais e objetos familiares		
DI	2) Pegue o Objeto A e escreva o que você observa nele: <u>Um objeto feito de papel, que tem informações sobre um produto, de tamanho médio e em forma de retângulo, com dois lados maiores e dois menores.</u> 3) Pegue o Objeto B e escreva o que você observa nele: <u>Um canudo branco, com dois pequenos furos, de mais ou menos 20cm.</u> 4) Pegue o Objeto C e escreva o que você observa nele: <u>Um círculo pequeno branco, com bolinhas brancas, marcando as quantidades, sendo de um lado 5, do outro 4, do outro 2, do outro 6 e do outro 3.</u> 5) Pegue o Objeto D e escreva o que você observa nele: <u>Uma bola de futebol, com forma de círculo, pequena e arredondada quando cai na chova e tem formato de círculo quando está no chão.</u> 6) Pegue o Objeto G e escreva o que você observa nele: <u>Uma casquinha de sorvete, com superfície não lisa e na forma de um cone, com aletas arredondadas.</u>	Explicita apenas a um subconjunto das características visuais de uma forma
DII	2) Pegue o Objeto A e escreva o que você observa nele: <u>retângulo</u> 3) Pegue o Objeto B e escreva o que você observa nele: <u>é um objeto de papel cilíndrico</u> 4) Pegue o Objeto C e escreva o que você observa nele: <u>é um círculo, feito de papel</u> 5) Pegue o Objeto D e escreva o que você observa nele: <u>é uma esfera</u> 6) Pegue o Objeto G e escreva o que você observa nele: <u>é um cone</u>	
Reconhecimento parcial dos elementos das figuras espaciais em diferentes representações		

DI	13) Quais objetos que você recebeu têm o mesmo formato do: a) Cubo: <u>C, F</u> b) Paralelepípedo: <u>E</u> c) Pirâmide quadrangular: <u>I</u> d) Prisma triangular: <u>H</u> e) Cone: <u>G</u> f) Cilindro: <u>J</u> g) Esfera: <u>D</u>	O docente I não reconheceu o objeto A (caixa de pasta de dente) como paralelepípedo e objeto J como cone, colocando-o como cilindro. O docente II não reconheceu o objeto C (dado) como cubo, o objeto E como paralelepípedo, além de confundir o objeto I (pirâmide quadrangular) com o objeto H (prisma triangular) e explicitar o objeto D (bola de gude) como cubo
DII	13) Quais objetos que você recebeu têm o mesmo formato do: a) Cubo: <u>F e D</u> b) Paralelepípedo: <u>A</u> c) Pirâmide quadrangular: <u>H</u> d) Prisma triangular: <u>I</u> e) Cone: <u>J e G</u> f) Cilindro: <u>B</u> g) Esfera: <u>D</u>	

Fonte: Dos autores

Verificamos na resposta do Docente I que ele usou as representações mentais, como a identificação de cor, tamanho e som, fazendo conexões com imagens mentais de outros objetos, levando em conta as propriedades do material que os compõem e seu propósito. Em relação às respostas do Docente II, notamos que ele não conseguiu estabelecer comparações entre os objetos apresentados, utilizando as imagens mentais que possuía de outros itens, fazendo associações ao observá-los.

Depois, os dados da Tabela 3 indicam que o reconhecimento das figuras espaciais ocorreu com maior frequência quando as representações se aproximavam de formas mais usuais em livros didáticos e em registros escolares. Quando as figuras foram apresentadas em posições menos convencionais, observou-se maior variação nas respostas, o que sugere que a visualização espacial dos docentes ainda se apoia, predominantemente, em representações prototípicas dos objetos geométricos. Na Tabela 3, apresentamos uma relação das unidades contextuais da forma predominante de reconhecimento de cada figura, expressa pelos 22 professores.

Tabela 3: Reconhecimento de figuras espaciais em representações planas pelos docentes

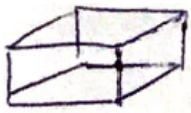
Paralelepípedo				
	20	19	16	1
Cone				

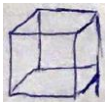
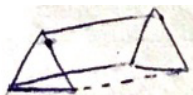
	21	21		20
Pirâmides				
	20	19	16	12
Esfera				
	21	20	18	
Cubo				
	22	18	18	
Cilindro				
	20	20	19	
Prisma Triangular				
	20	19	18	13

Fonte: Dos autores

Notamos que a taxa de sucesso mais alta nas respostas ocorreu no reconhecimento das formas que costumam ser estereotipadas, como aquelas vistas em livros didáticos e nas ilustrações feitas pelos professores no quadro. Foi revelado que 60% dos educadores empregam o desenho como uma das ferramentas utilizadas na abordagem do ensino da Geometria, todavia, na análise diagnóstica, constatamos como esse recurso é incorporado ao ambiente escolar na visualização das figuras espaciais. As maneiras típicas de como o desenho é representado estão apresentadas nas unidades de contexto na Tabela 4.

Tabela 4: Forma de determinar a figura espacial com desenho x número de professores que usam a representação

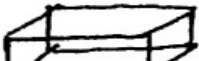
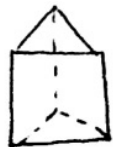
Paralelepípedo				Erraram ou não desenharam 3
	16	2	1	
Cone				Erraram ou não desenharam 2
	17	2	1	
Pirâmide quadrangular				Erraram ou não desenharam 5
			1	

	13	3	
Cubo			Erraram ou não desenharam 1
	20	1	
Cilindro			Erraram ou não desenharam 3
	13	4	
		2	
Prisma Triangular			Erraram ou não desenharam 5
	10	6	
		1	

Fonte: Dos autores

A análise demonstrou que a representação mais comum dos desenhos é aquela na qual a face lateral é maior ou plana para formas arredondadas, servindo como referência para as figuras. Contudo, isso ainda não nos permitiu chegar a algumas conclusões sobre esses desenhos. Portanto, decidimos classificar as unidades de contexto de acordo com as categorias apresentadas por Potari e Spiliotopoulou (1992) sobre as maneiras de como podem ser feito os desenhos: modelos holísticos, modelos com elementos de projeção, modelos geométricos incompletos, modelos geométricos completos e modelos físicos. A tabela 5 ilustra exemplos dos desenhos dos educadores em cada uma dessas categorias.

Tabela 5: Categorias do nível do desenho das figuras espaciais segundo Potari e Spiliotopoulou (1992) expressos pelos professores dos anos iniciais do EF de Angra dos Reis

Modelo Holístico	Modelo com elementos de projeção	Modelo geométricos incompletos	Modelos geométricos completos	Modelos físicos
 10%	 7%	 8%	 61%	 14%

Fonte: Dos autores

Portanto, quando há dificuldades em representar a forma de um sólido, sem que haja diferenciação entre as faces e suas dimensões, obtemos um desenho do modelo holístico. Na amostra analisada, 10% dos docentes produziram desenhos classificados como modelo holístico. Assim, quando a representação do sólido é ortogonal, ou seja, quando são observados de um único ângulo, mostrando a frente ou tanto a parte frontal quanto a traseira, obtemos uma ilustração do modelo com elementos de projeção, e 7% dos educadores se encaixam aqui. Quando se desenharam apenas algumas características ou elementos do sólido, temos um modelo geométrico que está incompleto, e nesse caso, 8% dos professores pertencem a essa categoria. Quando a ilustração é mais elaborada, incluindo todos os componentes dos sólidos e distinguindo as dimensões, temos um modelo geométrico completo, que foi a categoria predominante nas imagens criadas pelos professores, com 61%. Por fim, quando o desenho fornece todas as informações necessárias e leva em conta sua construção física, temos o modelo

físico, com 14% dos educadores nessa categoria.

A representação gráfica por meio do desenho facilita a identificação de unidades figurais em uma imagem geométrica, promovendo o avanço na percepção. No entanto, conforme percebemos, as produções gráficas indicam diferentes níveis de elaboração na representação de figuras espaciais por meio do desenho, o que influenciará diretamente a maneira como o aluno desenvolverá a visualização dessas formas geométricas espaciais, visto que “alguns traços nas figuras podem mudar completamente a percepção sobre ela” (Scheifer & Brandt, 2020, p. 160).

Ainda falta, na avaliação diagnóstica, verificar se o professor é capaz de analisar as figuras espaciais apresentadas pelo formador em sua estrutura, construída com palitos e massinhas, reconhecendo-as por meio de seus componentes e características, visualizando essa nova representação e utilizando a terminologia correta. Esse método de construir figuras tridimensionais em sua forma estrutural foi relatado por muitos professores que o adotam como uma estratégia de ensino. Alguns deles, ao invés de utilizar massinha de modelar, empregam jujubas.

Observamos que as dificuldades no processo de construção foram específicas, no entanto, como a tarefa era realizada em grupo, logo os desafios foram superados com a colaboração dos colegas. Também percebemos incertezas em relação aos termos vértice, aresta e face, conforme constatamos nas conversas entre os educadores. Considerando que essa abordagem de ensino já havia sido aplicada por diversos docentes, entendemos que a destreza em trabalhar com tecnologias convencionais, utilizando canudos, massinhas de modelar ou jujubas, é bem entendida, revelando a necessidade de capacitação do professor sobre conteúdos e o uso de outras tecnologias - especialmente as digitais - no ensino da Geometria.

5 Análise das entrevistas com os docentes

Seguindo as orientações do estudo de caso, recorreremos a um conjunto de questões para descobrir os elementos do conhecimento sobre o conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento pedagógico do conteúdo, além de incluir perguntas adicionais sobre possíveis conhecimentos tecnológicos. A entrevista ocorreu em 3 de fevereiro de 2020, durante um intervalo da formação em Novas metodologias para o ensino da Geometria. Realizamos entrevistas individuais em um local reservado com seis professores, que foram selecionados por atuarem em escolas de diferentes regiões do município de Angra dos Reis e por terem variados períodos de experiência como educadores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Selecionamos professores para a entrevista com períodos de experiência que variam de quatro meses a 34 anos, incluindo 3 anos, 10 anos, 15 anos e 30 anos. Antes de realizar as entrevistas, apresentamos o propósito do projeto e asseguramos que obtivéssemos as autorizações necessárias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Organizamos as respostas fornecidas pelos educadores conforme os elementos do TPACK a fim de identificar possíveis conexões entre elas. Denominamos os professores de A, B, C, D, E e F, correspondendo, nesta sequência decrescente, a seus anos de experiência no ensino. Todas as entrevistas foram transcritas e enviadas por correio eletrônico aos professores para que pudessem confirmar e autorizar as conversas. As seleções das unidades de registro estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Unidades de registro das entrevistas organizadas segundo os componentes do TPACK

Conhecimento do Conteúdo (CK): indica dependência de orientações externas e do material didático para seleção dos conteúdos de Geometria	
A	“fui seguindo as orientações que me faziam”.

B	Costuma abordar “as figuras geométricas, e..., as espaciais, é, os sólidos geométricos, basicamente isso”.
C	“não sei especificamente!” Prioriza nomenclatura, reconhecimento de figuras e associação com objetos do cotidiano “eles encontram no dia a dia, como pasta de dente, sorvete, é..., casquinha de sorvete, ...é, é isso!”
D	Reconhece limites em sua formação geométrica e relata abordagem centrada em desenhos, nomeação e características das formas. “os desenhos, as figuras, né! A nomeação das figuras, as características das formas geométricas”.
E	“Figura geométrica, dos sólidos geométricos, né! As características”.
F	“Assim, eu, eu acompanho o material didático, e o conteúdo que nos é solicitado para trabalhar, né!”, mas mencionou as “as formas geométricas, os sólidos geométricos”.
Conhecimento Pedagógico (PK)	
A	“Eu gosto de trabalhar por grupos”, e “são poucas vezes que quando, eu fui fazer alguma atividade, assim, dinâmica, foram poucas vezes”.
B	Os alunos ficam sentados em fileiras, “no padrão tradicional”. “Faço perguntas, é..., pergunto o porquê de determinada resposta”.
C	“Eu tenho dificuldade da questão mesmo da parte prática, né!”, “De estar mostrando mesmo a questão da realidade”, os alunos ficam “em fileira porque dar mais crianças né!”
D	“Tem aula que é mais de, de..., que eu preciso trazer o conteúdo mais escrito, aí eu coloco enfileirado, tem aula que é mais dinâmica, né! Que tem que usar algum material é, é..., concreto, aí eu coloco em grupo no meio, assim, um de frente para o outro. E, tem aula que eu trabalho mesmo cada um na sua carteira, produzindo o seu trabalho individual”. “Eu primeiro faço pergunta”, “e aí, um vai interagindo com o outro”.
E	Organiza a turma de acordo com a atividade.
F	“Dentro da matemática, entra a geometria”, com “muito trabalho em grupo”.
Conhecimento Tecnológico (TK)	
A	“Eu uso o quadro!”, “Material dourado!”, “Livro”. Não usa a tecnologia digital.
B	Usa material “Concreto, material que lembra os sólidos”, “O livro pouco!” Não usa a tecnologia digital em matemática.
C	“A gente fica muito na questão do quadro”, “Livro didático, eu utilizo..., histórias que também, eu conheço algumas histórias relacionadas à questão da geometria” em livros paradidáticos.
D	“A imagem”, “livro didático, é..., tem livros didáticos que tem aquela planificação, que recorta, que o aluno recorta, e monta as figuras espaciais, é... Tem a, a..., esse trabalho de massinha, que fazem as figuras, através das massinhas, o canudo”, objetos do dia a dia, além de usar a “Internet, alguma atividade legal”.
E	Já usou cubos geométricos, geoplano, massinhas, materiais concretos diversos.
F	“Os livros vêm com aqueles, ..., com figuras planas, ..., que vem com a figura aberta para as crianças”, “planificadas, para as crianças montarem”. Usa também “Folha sulfite, eles fazem os desenhos, eles fazem as pesquisas, é, dentro de revistas”.
Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK)	
A	Ainda não conseguiu ensinar Geometria, porém nas suas aulas de matemática “eu tento deixar mais simples possível, assim não tem, não costumo problematizar o que a gente está aprendendo, justamente para que eles se divirtam e gostem”.

B	Orienta-se “Nos materiais curriculares e livros, na internet, o caderno de planejamento da prefeitura”.
C	“Eu acho que fica mais na questão prática mesmo”, “eu acho o concreto fica mais fácil para ele estar entendendo.”
D	-
E	“A gente faz a atividade do cotidiano: observação, e as atividades ou práticas ou escrita”.
F	-
Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)	
A	“Trabalhos de casa, quando a gente..., primeiro a gente ensina aquele conteúdo, aí a gente trabalha em sala, em dupla, ou em grupo”.
B	“Eu gosto de usar a parte de informática também, até nessa turma eu tinha aula de informática, e tentava trazer coisas, é..., úteis, não só joguinho. Mas a parte de matemática não cheguei a entrar”.
C	-
D	Usa “uma avaliação escrita com desenhos, com imagens”, “o aluno tem que escrever.”
E	Costuma partir do concreto e depois você vai abordando o conceito. “A gente sempre tem que produzir os materiais”.
F	“No concreto dessa forma. Com recorte, colagem”.
Contextos	
A	“Em relação a indisciplina, isso atrapalha a concentração do aluno como da própria turma também, e quando há falta de recursos, isso limita o que a gente poderia fazer, né!”, além disso, “Eu ainda não tive que me reinventar”.
B	“Da geometria..., normalmente a matemática ela é..., vista com olhos tortos, né!” e “A questão da indisciplina, também é muito forte, que afeta, porque tem aquele pequeno grupo que está interessado em aprender, mas a maior parte da turma acaba tumultuando”.
C	“Ah! Eu acho que a indisciplina é muito complicado mesmo, porque assim, infelizmente você ser assim tradicional, que a gente fala que é mais fácil, né!”.
D	“A gente não tem os sólidos geométricos, a gente tem muito blocos lógicos com figura que dizem que é plana né!”, além de “Primeiro, é matar um bicho papão, né!” [...] “Aí, eu estimulo e tento desmistificar o medo né!”
E	“A indisciplina dificulta tudo no geral” o que acaba em realizar a “Reunião de pais”. “Além disso, eu uso a prática do incentivo” e sobre a falta de material “Eu entendo também, que a gente pode estar produzindo”.
F	“Falta de material, eu acho que é assim, a gente pode construir, né!” e “Então, a indisciplina influência, mas a gente tem domínio, né!”

Fonte: Dos autores

Identificamos que o conhecimento do conteúdo geométrico mobilizado pelos educadores concentra-se, principalmente, na nomeação das figuras, no reconhecimento de características visuais e na associação com objetos do cotidiano. As avaliações diagnósticas e as entrevistas indicam que a seleção dos conteúdos é frequentemente mediada pelo livro didático, por orientações de colegas e por materiais disponíveis na escola. Observamos também que, no que tange ao conhecimento pedagógico em Geometria, há uma predileção por atividades em grupo utilizando materiais concretos que favorecem a interação entre os alunos,

em fileiras, e contêm uma parte escrita para aprofundar o conteúdo. Contudo, ainda existe uma lacuna no entendimento de como implementar essa prática.

Percebemos, a partir das observações feitas durante a formação pelos docentes, que o entendimento pedagógico do conteúdo geométrico ocorre por meio de estratégias pedagógicas via processos de experimentação prática, nos quais a organização da sala, o uso de materiais concretos e a retomada de metodologias já conhecidas são mobilizados conforme a percepção de aprendizagem dos alunos. Os educadores buscam maneiras e estratégias para organizar a sala e abordar os tópicos, uma vez que enfrentam dificuldades, e quando notam que os alunos estão assimilando o conteúdo, replicam a metodologia em aulas subsequentes. No entanto, quando surgem inseguranças em relação ao domínio desses conteúdos, eles retornam para a abordagem tradicional, com os alunos em filas copiando do quadro, já que isso os coloca em sua zona de conforto. Eles tratam os conteúdos de forma superficial, utilizando livros, a internet e planos de aula como referência. Isso evidencia que há saber docente construído na prática.

Como resultado, ao tratar de geometria, esses educadores fazem uso de tecnologias convencionais, como o quadro, materiais manipulativos, livros, livros paradidáticos, objetos do cotidiano, massinha, geoplano, desenhos, recortes e colagens, além da construção das figuras espaciais apresentadas nos livros. As ferramentas digitais, como a internet e computadores, são empregadas como recursos de pesquisa pelos professores, e não como instrumentos pedagógicos. Observamos que o conhecimento pedagógico da tecnologia utilizado por esses educadores remete ao ensino tradicional, focando na exploração de materiais concretos e jogos. Por outro lado, o conhecimento tecnológico do conteúdo se manifesta por meio da apresentação do conteúdo no quadro e de atividades em sala e para casa, utilizando desenhos e figuras. A interação entre o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo em Geometria foi evidenciada como uma estratégia caracterizada por tentativas e erros.

Embora seja consistente com estudos prévios sobre lacunas em Geometria Espacial, os dados indicam que a visualização espacial dos docentes depende fortemente de representações convencionais, sugerindo que formações que explorem tecnologias digitais e metodologias ativas podem ampliar significativamente o PCK e a integração tecnológica.

6 Considerações finais

Este estudo teve como objetivo analisar os tipos de conhecimentos sobre Geometria Espacial mobilizados por docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, considerando as dimensões do conhecimento do conteúdo, pedagógico e tecnológico, conforme o referencial do TPACK. Os resultados indicam que os professores mobilizam conhecimentos relacionados à nomeação, ao reconhecimento e à representação de figuras espaciais, porém com fragilidades conceituais e metodologias que interferem na articulação entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

A articulação entre avaliação diagnóstica e entrevistas permitiu compreender que as dificuldades docentes não se restringem ao reconhecimento formal dos objetos geométricos, mas envolvem também a visualização espacial, a passagem entre diferentes representações e a seleção de estratégias pedagógicas adequadas ao ensino de figuras tridimensionais. Assim, os dados evidenciam que o conhecimento geométrico mobilizado pelos docentes ainda se apoia fortemente em experiências práticas, livros didáticos, objetos concretos e recursos tradicionais, o que limita a ampliação do conhecimento pedagógico do conteúdo em Geometria Espacial.

Um dos principais achados da pesquisa refere-se ao modo como as tecnologias são mobilizadas no ensino de Geometria Espacial. Embora os docentes reconheçam a relevância dos recursos digitais, seu uso ainda se concentra no planejamento das aulas e na busca de

materiais, não se configurando, em geral, como mediação pedagógica para a aprendizagem geométrica. Essa constatação contribui para o campo da Educação Matemática ao indicar que a integração tecnológica, nos anos iniciais, não depende apenas do acesso a recursos digitais, mas da construção articulada entre conhecimento geométrico, intencionalidade pedagógica e domínio tecnológico.

A contribuição deste estudo para a Educação Matemática consiste em evidenciar que as lacunas no ensino de Geometria Espacial nos anos iniciais não se limitam ao domínio conceitual dos objetos geométricos, mas envolvem a forma como os professores articulam representações, estratégias pedagógicas e recursos tecnológicos. Ao utilizar o TPACK como lente analítica, a pesquisa permite compreender que a formação docente precisa superar ações centradas apenas na apresentação de recursos e avançar para propostas que integrem o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico em situações reais de ensino.

Além disso, a progressão nos níveis de integração tecnológica (Niess *et al.*, 2009) foi identificada, com docentes alcançando os níveis de reconhecer, aceitar e adaptar, e uma docente atingindo o nível explorar. Esses achados indicam áreas potenciais de formação continuada para fortalecer o uso pedagógico de tecnologias digitais em Geometria tridimensional. O quinto nível de integração tecnológica, denominado avançar, não foi identificado entre as participantes da pesquisa. Esse resultado pode estar relacionado às dificuldades no uso de tecnologias digitais ou ao tempo reduzido de exploração do software GeoGebra durante a formação.

Diante dos resultados, evidencia-se que os cursos de formação continuada destinados a docentes dos anos iniciais devem considerar os diferentes níveis de conhecimento geométrico e tecnológico apresentados pelos professores. Desse modo, recomenda-se que as propostas formativas contemplem tanto o uso básico de tecnologias digitais quanto atividades mais avançadas de exploração, visualização e representação de figuras espaciais, articulando conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Como limitação, destaca-se o fato de a pesquisa ter sido desenvolvida em um contexto específico, com docentes da rede municipal de Angra dos Reis-RJ, no âmbito de uma formação continuada. Embora 22 professores tenham participado da avaliação diagnóstica, as entrevistas foram realizadas com um grupo menor de docentes, o que restringe a amplitude interpretativa dos resultados. Logo, por se tratar de um estudo de caso, os achados não podem ser generalizados para todos os professores dos anos iniciais, mas oferecem indícios relevantes sobre desafios recorrentes na formação para o ensino de Geometria Espacial.

Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas que acompanhem formações continuadas de maior duração, investigando como os docentes ampliam seus conhecimentos geométricos, pedagógicos e tecnológicos ao longo do tempo. Também se recomenda analisar o uso de softwares de geometria dinâmica, aplicativos de visualização tridimensional e materiais manipuláveis em práticas reais de sala de aula, a fim de compreender seus impactos na aprendizagem dos alunos. Outra possibilidade consiste em comparar diferentes redes de ensino e contextos escolares, buscando identificar como infraestrutura, experiência docente e formação inicial influenciam a mobilização do TPACK no ensino de Geometria Espacial.

Conflitos de Interesse

- A autoria declara não haver conflitos de interesse que possam influenciar os resultados da pesquisa apresentada no artigo.

Declaração de Disponibilidade dos Dados

- Os dados produzidos, ou coletados, e analisados no artigo serão disponibilizados mediante solicitação à autoria.

Referências

Angeli, L. S. (2025). *Dificuldades e estratégias na formação inicial de pedagogos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: Uma revisão sistemática da literatura* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná].

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (L. A. Reto & A. Pinheiro, Trans.). Edições 70.

Barreto, M. C., & Oliveira, B. P. de. (2014). Contribuições da teoria dos registros de representação semiótica para o ensino de matemática. In *Didática e prática de ensino na relação com a escola* (Vol. 1). E-Books: UECE.

Brasil. Ministério da Educação, Secretaria Executiva, Secretaria de Educação Básica, & Conselho Nacional de Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. MEC.

Cibotto, R. A. G., & Oliveira, R. M. M. (2012). TIC: Considerações sobre suas influências nas distintas gerações e na escola contemporânea. In *Anais do VII Encontro de Produção Científica e Tecnológica*. NUPEM.

Cibotto, R. A. G., & Oliveira, R. M. M. (2017). TPACK – Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: Uma revisão teórica. *Imagens da Educação*, 7(2), 11–23.

Curi, E., & Pires, C. M. C. (2008). Pesquisas sobre a formação do professor que ensina matemática por grupos de pesquisa de instituições paulistanas. *Educação Matemática Pesquisa*, 10(1), 151–189.

D'Amore, B. (2007). *Elementos de didática da matemática*. Livraria da Física.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang.

Kaleff, A. M. M. R. (2008). *Novas tecnologias no ensino da matemática: Tópicos em ensino de geometria*. UFF.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. In *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3–29). Routledge/Taylor & Francis Group.

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.

Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The technological pedagogical content knowledge framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4th ed., pp. 101–111). Springer.

Lopes, A. R. L. V., Moura, K. C. R. de, & Palma, R. C. D. da. (2024). Formação inicial em educação matemática no curso de pedagogia: Entre discussões e propostas no GD4 do VIII FPMAT. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 14(4), 1–16. <https://doi.org/10.37001/ripem.v14i4.4234>

Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. EPU.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Nacarato, A. M., & Passos, C. L. B. (2003). *A geometria nas séries iniciais: Uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores*. UFSCar.
- Niess, M. L., Ronau, R. N., Shafer, K. G., Driskell, S. O., Harper, S. R., Johnston, C., Browning, C., Özgün-Koca, S. A., & Kersaint, G. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1).
- Oliveira, A. M. R., & Macêdo, J. A. de. (2025). Desafios de acesso e inovação pedagógica com tecnologias digitais no ensino de matemática: Contribuições do modelo TPACK. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 15(2), 1–21. <https://doi.org/10.37001/ripem.v15i2.4526>
- Oliveira, G. W. B. de, Izar, S. B., & Settimy, T. F. O. (2022). Pode mexer ou é para enfeitar a sala? Utilização de material manipulável para ensino de geometria nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 12(3), 73–90. <https://doi.org/10.37001/ripem.v12i3.2984>
- Oliveira, H., Henriques, A., & Gutiérrez-Fallas, L. F. (2018). A integração da tecnologia na planificação de aulas na perspectiva do ensino exploratório: Um estudo com futuros professores de matemática. *Revista do Centro de Ciências da Educação*, 36(2), 421–446.
- Palis, G. de la R. (2010). O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 12(3), 432–451.
- Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1992). Children's representations of the development of solids. *For the Learning of Mathematics*, 12, 38–46.
- Salazar, S. F. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(2), 1–18.
- Santos, C. A., & Nacarato, A. M. (2023). *Aprendizagem em geometria na educação básica: A fotografia e a escrita na sala de aula* (2ª ed., 1ª reimp.). Autêntica.
- Scheifer, C., & Brandt, C. F. (2020). Design teórico do pensamento geométrico. In M. T. Moretti & C. F. Brandt (Orgs.), *Florilégio de pesquisas que envolvem a teoria semio-cognitiva de aprendizagem matemática de Raymond Duval* (Cap. 6, pp. 150–170). Ed. REVEMAT/UFSC.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea. In M. C. Wittrock (Org.), *La investigación de la enseñanza I* (pp. 9–84). Paidós.
- Van Hiele-Geldof, D. (1957). *The didactics of geometry in the lowest class of secondary school* [Tese de doutorado, Universidade de Utrecht]. Universidade de Utrecht.
- Veloso, E., Fonseca, H., Ponte, J. P. da, & Abrantes, P. (1999). Introdução. In *Ensino da geometria no virar do milênio* (pp. 1–5). Encontro.
- Vieira, N. S. O. (2017). *A formação matemática do pedagogo: Reflexões sobre o ensino de geometria* [Dissertação de mestrado profissional, Universidade Federal do Ceará].

Yin, R. K. (2020). *Pesquisa de estudo de caso e aplicações: Design e métodos* (6^a ed.). SAGE.