

CONHECIMENTOS TECNOLÓGICOS PEDAGÓGICOS DE CONTEÚDO NA FORMAÇÃO E PRÁTICA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN THE TRAINING AND
PRACTICE OF THE MATHEMATICS TEACHER

CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DE CONTENIDOS EN LA FORMACIÓN Y
PRÁCTICA DEL DOCENTE DE MATEMÁTICAS

Zelia Beserra Camelo ¹
Ivoneide Pinheiro de Lima ²
Brasiliana Diniz da Silva Cruz ³

Manuscrito recebido em: 01 de fevereiro de 2023.

Aprovado em: 27 de junho de 2023.

Publicado em: 23 de julho de 2023.

Resumo

A formação docente deve contemplar integralmente o desenvolvimento de competências e de habilidades inerentes à prática docente, embasadas em saberes e em fazeres voltados para o efetivo exercício da sua práxis pedagógica. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar indícios do conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK) na formação e prática dos professores de Matemática do Ensino Médio, a partir do processo formativo direcionado ao ensino de Geometria Espacial. O método caracterizou-se como pesquisa-ação de natureza qualitativa, realizada em uma escola de Educação Básica da rede pública estadual, em Fortaleza/CE, por meio de processo formativo com a participação de dois professores de Matemática do Ensino Médio. Foram realizados encontros que abordaram os conhecimentos dos professores e o ensino da Geometria Espacial com os aportes dos recursos tecnológicos (*smartphones, tablets, software GeoGebra*). Os instrumentos de coleta empregados na análise foram obtidos por meio de entrevistas, sessões formativas e sessões reflexivas. A análise e a discussão dos dados utilizaram elementos da análise de conteúdo que permitiu os recortes, a classificação e a categorização dos dados. Os resultados indicam indícios de avanços na interseção dos conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, podendo-se inferir que houve a integração do TPACK durante a exploração dos conteúdos de Geometria Espacial, concorrendo para ampliação de habilidades inerentes à prática profissional dos professores.

Palavras-chave: Formação docente; TPACK; Matemática; Geometria Espacial.

Abstract

¹ Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Ceará. Professora na Rede Estadual de Educação do Ceará. Integrante do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6131-3631> Contato: zeliabeserra14@gmail.com

² Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5478-3432> Contato: ivoneide.lima@uece.br

³ Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil. Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Ceará. Professora na Rede Municipal de Educação de Fortaleza. Integrante do Grupo de Pesquisa Matemática e Ensino.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0471-3572> Contato: lianadinizcruz@gmail.com

Teaching education must fully involve the development of competencies and skills inherent in teaching practice, based on knowledge and actions focusing on the effectiveness of its pedagogical praxis. Therefore, this study aims to analyze evidence of content technological pedagogical content knowledge (TPACK) in the training and practice of high school mathematics teachers in a formative process concerning the teaching of Spatial Geometry. The method was characterized as a qualitative action research which was conducted in a public basic education school, held by state government, in Fortaleza /CE by means of a training process with the participation of two high school mathematics teachers. Meetings were carried out approaching teachers' knowledge and the teaching of Spatial Geometry with the contributions of technological resources (smartphones, tablets, GeoGebra software). Data collection instruments used in the analysis were observation of classes taught by participating teachers, interviews, training sessions and reflective sessions. The analysis and discussion of the data adopted elements of the content analysis allowing the data to be cut, classified and categorized. The results indicate evidence of advances in the intersection of technological, pedagogical and content knowledge; thus, it can be inferred that there was the integration of TPACK during the exploration of the contents of Spatial Geometry, contributing to the expansion of skills inherent to the teachers' professional practice.

Keywords: Teacher training; TPACK; Mathematics; Spatial geometry.

Resumen

La formación docente necesita contemplar plenamente el desarrollo de capacidades y habilidades inherentes a la práctica docente, por conocimiento y acciones encaminadas al ejercicio efectivo de su praxis pedagógica. Así, este trabajo tiene la intención de analizar la evidencia del conocimiento pedagógico tecnológico de contenidos (TPACK) en la formación y práctica de profesores de Matemáticas de secundaria, desde el proceso formativo dirigido a la enseñanza de la Geometría Espacial. El método se constituye como una investigación-acción de carácter cualitativo, empezada en una escuela de Educación Básica, estatal, en la ciudad de Fortaleza, Ceará, a partir de un proceso de formación con la participación de dos profesores de Matemáticas de secundaria. Se realizaron encuentros que abordaron el conocimiento de los docentes y la enseñanza de la Geometría Espacial con los aportes de los recursos tecnológicos (smartphones, tablets, software GeoGebra). Los instrumentos de recolección utilizados en el análisis se obtuvieron por entrevistas, capacitaciones y sesiones de reflexión. El análisis y discusión de los datos utilizó elementos de análisis de contenido que permitieron el corte, clasificación y categorización de los datos. Los resultados evidencian avances en la intersección de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido, sendo posible comprender que se produjo la integración de TPACK durante la exploración de contenidos de Geometría Espacial, contribuyendo a la expansión de habilidades inherentes a la práctica profesional de los docentes.

Palabras clave: Formación docente; TPACK; Matemáticas; Geometría Espacial.

Introdução

A formação de professores deve ser compreendida como uma atividade processual e constante na constituição da identidade profissional do sujeito, tendo como eixo central do processo o conhecimento formal e a “experientialidade” como constituintes de um mesmo movimento, sem dissociá-los (GUÉRIOS, 2005). 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.

Frente a essa realidade, consideramos que a formação continuada não deve ser vista somente como elemento necessário para suprir lacunas de uma formação inicial deficiente. Ela é uma atualização sempre necessária, um processo de aprendizagem que deve propiciar aos professores oportunidades de estudo de teorias de ensino, de metodologias e de utilização de recursos tecnológicos para ampliação dos seus conhecimentos, bem como clarificar suas práxis, permitindo refletirem sobre alternativas que possam minimizar os obstáculos e desafios vivenciados em seus cenários de atuação – as salas de aula.

Compreendemos, ainda, que o exercício da docência é um processo difícil e que necessita de uma série de conhecimentos plurais e diversificados, que vai além do conhecimento da disciplina que ensina. Na concepção de Shulman (1986), a formação docente deve envolver um conjunto de conhecimentos que, ao serem adquiridos e combinados a outros, passam a compor uma base de conhecimentos para a docência, a qual envolve: o domínio do conteúdo da disciplina que ensina; diferentes maneiras de representar o ensino; o conhecimento do currículo e de materiais instrucionais relacionados à matéria que ensina. Esses conhecimentos, quando articulados à vivência prática do professor, colaboram para o processo de composição da identidade docente, além de favorecer a aprendizagem do educando.

As pesquisas de Shulman (1986, 2014) sobre a formação de professores e o domínio dos conhecimentos dos professores abriram caminho para novos debates e discussões. A partir de então, diferentes autores têm desenvolvido suas pesquisas com foco nessa temática. Dentre eles, podemos citar, por exemplo: Curi (2005; 2011), Koehler e Mishra (2005; 2009), Lobo da Costa e Prado (2015) que declaram que os conhecimentos docentes apresentam diversas características e vertentes.

Assim sendo, o presente estudo é um excerto da dissertação de mestrado de uma das autoras e apresenta uma reflexão sobre a formação e prática de ensino dos docentes de Matemática, objetivando verificar indícios da apropriação do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo pelos professores na ação docente da disciplina que ministram, a partir de um processo formativo direcionado ao ensino de Geometria Espacial.

Em relação ao ensino do conteúdo de Geometria Espacial, Nadalon (2018) afirma que a prática dos professores, ao longo dos anos, tem sido marcada por técnicas ultrapassadas, deficientes e superficiais, destacando a necessidade de um trabalho de formação docente integradora para atuar com a Geometria, bem como a relevância de apropriar-se de novos conhecimentos – recursos tecnológicos e outros, que contribuam para o desenvolvimento profissional do professor nos processos de formação e ensino. Tais ponderações desencadearam o interesse da autora, na investigação da temática, os quais foram discutidos na sua dissertação.

Formação docente e domínio dos componentes do TPACK

A atividade docente desenvolvida pelos professores favorece a produção e ampliação de seus conhecimentos, habilidades e competências, constituindo-se em uma base de conhecimentos para transformar a organização e a realização do trabalho do professor no contexto escolar, em especial na sala de aula. Mattos e Mattos (2018) consideram que a atividade docente envolve muito mais do que ensinar, engloba um conjunto de ações:

Saber-fazer, saber-agir e saber-ser envolvem os pares com suas experiências e suas expectativas; envolvem a escola, a realidade a sua volta, as necessidades locais e globais; envolvem os alunos, como aprendem, como é seu desenvolvimento afetivo, cognitivo e pessoal, sua cultura; envolvem os conhecimentos acadêmicos, os conhecimentos didáticos pedagógicos, as tarefas e as ações esperadas. (MATTOS; MATTOS, 2018, p. 47).

Assim, a formação docente deverá contemplar integralmente o desenvolvimento de competências e habilidades inerentes à prática docente, embasadas em saberes e fazeres voltados para o efetivo exercício da sua práxis pedagógica (MELO, 2005). Nessa perspectiva, os programas de formação docente têm sido desafiados a conhecerem,

organizarem, desenvolverem e ampliem os conhecimentos profissionais dos docentes, que podem ser compreendidos como aquilo que efetivamente encontra-se sendo aprendido e empregado no ensino. As diligências empreendidas para contribuir e ampliar os conhecimentos profissionais e a formação dos professores vêm sendo uma questão recorrente nas pesquisas de diversos autores da área educacional.

Ao adentrarmos nas discussões sobre formação de professores e conhecimentos profissionais, pesquisadores discorrem sobre os diversos conhecimentos e/ou saberes que alicerçam a formação e a prática dos professores, atribuindo-lhes várias denominações: conhecimentos curriculares, conhecimento dos conteúdos, saberes profissionais, saberes experienciais, conhecimentos pedagógicos, dentre outros.

Shulman (1986) tem sido um dos pesquisadores mais citados por trazer contribuições primordiais a esse debate. Apesar de não serem direcionados exclusivamente à formação de professores de Matemática, seus estudos estão voltados ao conhecimento dos professores de diversas áreas, as suas ideias e às razões da dicotomia entre teoria-prática.

Para Curi (2011), quando se fala de formação de professores que ensinam Matemática no Brasil, há várias correntes de pensamento. Contudo, a pesquisadora menciona a existência de um grupo de pesquisadores que defende “a importância da articulação entre os conhecimentos matemáticos e os conhecimentos didáticos pedagógicos na formação de professores de Matemática” (CURI, 2011, p. 78), estabelecendo vínculo entre formação e prática profissional. Na visão da autora, essa corrente pode estar relacionada às pesquisas de Shulman (1986, 2014) que ressaltam a primordialidade do domínio do conhecimento sobre “o que ensinar” e o “como ensinar”.

Sobre a base do conhecimento do professor para o ensino, os estudos de Shulman (1986, 2014) apontam que o professor deve possuir o domínio de três categorias de conhecimento essenciais para o desenvolvimento do ensino: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Cada um desses conhecimentos tem a sua especificidade:

- O conhecimento do conteúdo está associado ao entendimento do professor com relação à organização do conhecimento, incluindo fatos, conceitos, princípios e categorias explicativas da disciplina.

- O conhecimento pedagógico do conteúdo a ser ensinado constitui-se pela intersecção do conhecimento do conteúdo e do conhecimento sobre o que ensinar, bem como a forma como o aluno aprende, resultando em um conhecimento que é específico do professor.
- O conhecimento curricular envolve a compreensão sobre os programas, materiais de instrução da sua disciplina, os parâmetros e a capacidade de articulação horizontal e vertical nos conteúdos curriculares. (SHULMAN, 1986).

Em relação aos três conhecimentos destacados, o autor pontua críticas aos programas de formações de professores, que, nessa época, davam maior ênfase ao conhecimento do conteúdo, no qual era priorizado o conhecimento científico em detrimento aos demais conhecimentos.

Shulman (2014) considera seu trabalho investigativo sobre as categorias de conhecimentos para o ensino como uma versão preliminar para o entendimento da base dos conhecimentos, enfatizando que novos esquemas e categorias de conhecimentos precisam ser construídos, inventados e refinados, os quais darão origem a outros campos de conhecimentos. Ademais, compreendemos que, por meio da mobilização de um repertório amplo de conhecimentos, o professor tenha maior embasamento para refletir sobre sua prática docente na perspectiva do aprimoramento de suas ações educativas.

Nesse sentido, os organismos reguladores dos sistemas de ensino brasileiro direcionam orientações com o intuito de implementar a prática pedagógica dos professores. O Conselho Nacional de Educação (CNE), em Parecer sobre a Base Nacional Comum para a formação de professores da Educação Básica, concebe que os professores devem desenvolver competências profissionais pautadas nas dimensões do conhecimento, da prática e do engajamento profissional. Essas competências pressupõem que o professor tenha uma formação sólida e uma atuação docente amparada pelo domínio do conteúdo curricular e do conhecimento pedagógico do conteúdo, além do compromisso consigo mesmo, em seu desenvolvimento pessoal e profissional (BRASIL, 2019). Nesse processo, esse trabalho sugere a utilização das tecnologias digitais na efetivação de propostas pedagógicas em sala de aula.

Nas últimas décadas, diversas mudanças sociais foram vislumbradas na sociedade, dentre elas, os aparatos tecnológicos passaram a fazer parte do cotidiano da maioria da população mundial, desencadeando uma série de transformações. Com a perspectiva de integrar as tecnologias digitais às práticas docentes, Koehler e Mishra (2005, 2009), inspirados nas ideias de Shulman, ampliaram a base dos conhecimentos no que concerne ao conhecimento de conteúdo e ao conhecimento pedagógico do conteúdo.

Ao estabelecer relações entre o conhecimento pedagógico do conteúdo e as tecnologias educativas, Koehler e Mishra (2005, 2009) apontam como necessário o domínio do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK*) pelos docentes. O TPACK é um conhecimento ainda em ascensão e tem estrutura central em três diferentes conhecimentos: conteúdo, pedagogia e tecnologia. Na perspectiva dos estudos de Koehler e Mishra (2005), cada um desses conhecimentos tem uma função específica.

- O conteúdo é o conjunto de conhecimentos e habilidades que o professor ensina com o intuito de garantir a aprendizagem dos alunos. Se o professor não tiver o domínio desse conhecimento, o aluno poderá receber uma informação incorreta e desenvolver um conceito errôneo sobre determinado assunto.
- A pedagogia é o conjunto de procedimentos e técnicas de instrução que o professor utiliza no ensino, cuja finalidade é o aprendizado de indivíduos em formação.
- A tecnologia inclui a habilidade do professor aprender, adaptar-se e operar tecnologias específicas para o ensino. No caso dos professores, saber operar uma tecnologia vai além de habilidades básicas de trabalhar em sistemas operacionais como *Word*, *Excell* e navegações em Internet.

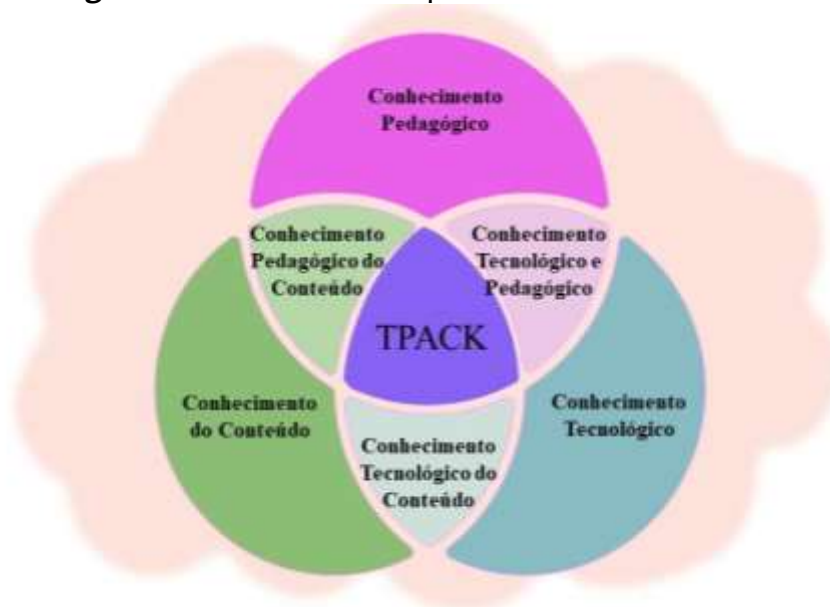
Para Koehler e Mishra (2005) o ensino baseado em apenas um desses conhecimentos – conteúdo, pedagogia ou tecnologia é considerado insatisfatório. Segundo os autores, “Qualquer instrução que se concentre em apenas um desses itens, por vez, seria relativamente ineficaz em ajudar os professores a compreender como esses conhecimentos bases se relacionam” (KOEHLER; MISHRA, 2005, p. 134, tradução nossa⁴).

⁴ Clearly instruction that focuses on only one of these items at a time would be relatively ineffectual in helping teachers develop an understanding of how these knowledge bases relate to each other.

A incorporação dos recursos tecnológicos digitais no ensino sinaliza-se como um elemento potencialmente significativo por disponibilizar uma variedade de demonstrações e representações que auxiliam aos professores na explanação dos conteúdos, em sala de aula. Entretanto, a tecnologia por si só não substitui a figura do professor e não contempla integralmente a abrangência do conhecimento do conteúdo. A inserção das tecnologias em sala de aula precisa ser complementada com ações pedagógicas intrínsecas dos professores de modo a possibilitar a interação entre a tecnologia e o conteúdo.

A falta de interação e integração entre conteúdo e ensino é uma das lacunas apontadas na área da Educação Matemática (POWELL, 2019). Pesquisadores (FAINGUELERNT; NUNES, 2012; NADALON, 2018) denunciam a forma de abordagem dos conteúdos, em que ainda predomina o modelo tradicional – aulas desenvolvidas de forma expositiva, por meio de fórmulas e regras – sem os aportes de recursos tecnológicos. Contudo, salientamos que o uso de recursos tecnológicos requer do professor habilidades para reconhecer e selecionar os recursos tecnológicos mais adequados ao ensino de cada conteúdo e que este profissional saiba promover a mediação entre eles.

Figura1 - O TPACK e os componentes do conhecimento



Fonte: Koehler e Mishra (2009, p. 63, tradução nossa⁵).

⁵ Technological Knowledge; Pedagogical Knowledge; Content Knowledge; Pedagogical Content Knowledge; Technological Content Knowledge; Technological Pedagogical Knowledge; Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK).

Pela representação dos conhecimentos, ilustrados na figura 1, é possível perceber que esses conhecimentos – pedagogia, conteúdo e tecnologia, quando se interceptam, se transformam em novos conhecimentos.

Conteúdo e pedagogia resultam em conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK). Nele está envolvido o conhecimento do professor sobre teorias, técnicas e representação de conceitos para o ensino de conteúdos de determinada disciplina. Koehler e Mishra (2009, p. 65, tradução nossa⁶) afirmam que “Especificamente, de acordo com Shulman (1986), [...] ocorre quando o professor interpreta o assunto, encontra várias maneiras de representá-lo e adapta os materiais instrucionais às concepções alternativas e ao conhecimento prévio dos alunos”.

Tecnologia e conteúdo convertem-se em conhecimento tecnológico de conteúdo (TCK) e nele está incluído o domínio do conhecimento de como um conteúdo específico pode ser modificado pelo uso de uma tecnologia e vice-versa, e seu impacto nas práticas de ensino e aprendizagem. Para Koehler e Mishra (2009) o conhecimento tecnológico de conteúdo

[...] é um entendimento da maneira pela qual a tecnologia e o conteúdo influenciam e constroem um ao outro. Os professores precisam dominar mais do que o assunto que ensinam; eles também devem ter um entendimento profundo da maneira pela qual o assunto (ou os tipos de representações que podem ser construídas) pode ser alterado pela aplicação de tecnologias específicas. (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 65, tradução nossa⁷).

Na Matemática, por exemplo, o ensino de Geometria Espacial (sólidos geométricos como prismas, pirâmides e outros sólidos) quando trabalhados em *softwares* de geometria dinâmica, são facilmente construídos, visualizados e manipulados (FAINGUELERNT; NUNES, 2012). Além disso, a imagem dos sólidos pode ser demonstrada em dois formatos: bidimensional e tridimensional, o que contribui para ampliar a compreensão dos elementos que compõem cada objeto espacial. Entretanto, ressaltamos a necessidade de o professor

⁶ Specifically, according to Shulman (1986), [...] occurs as the teacher interprets the subject matter, finds multiple ways to represent it, and adapts and tailors the instructional materials to alternative conceptions and students' prior knowledge.

⁷ is an understanding of the manner in which technology and content influence and constrain one another. Teachers need to master more than the subject matter they teach; they must also have a deep understanding of the manner in which the subject matter (or the kinds of representations that can be constructed) can be changed by the application of particular technologies.

possuir o domínio do conhecimento tecnológico do conteúdo para analisar a tecnologia mais adequada que poderá auxiliar no ensino de tópicos específicos da matéria que leciona.

Tecnologia e pedagogia formam o conhecimento tecnológico pedagógico (TPK), que compreende o conhecimento das potencialidades e limitações de uma tecnologia e como esta pode ser usada para ampliação do ensino e aprendizagem. Koehler e Mishra (2009, p. 64, tradução nossa⁸) definem conhecimento tecnológico pedagógico como

[...] entendimento de como o ensino e a aprendizagem podem mudar quando determinadas tecnologias são usadas de maneiras particulares. Isso inclui o conhecimento das possibilidades e restrições pedagógicas de uma variedade de ferramentas tecnológicas relacionadas a projetos e estratégias pedagógicas disciplinares e de desenvolvimento apropriadas.

Compreendemos que os professores precisam dominar o conhecimento das tecnologias que envolve: a escolha da tecnologia adequada, os procedimentos pedagógicos pertinentes ao ensino, além de prever os possíveis resultados que a tecnologia potencializará na aprendizagem de seus alunos.

O resultado da intersecção entre os três conhecimentos docentes – PCK, TCK e TPK, acima definidos, é o TPACK. Esse conhecimento tem significado diferente dos três conhecimentos mencionados anteriormente, quando pensados individualmente. Koehler e Mishra (2009) sinalizam que o objetivo do TPACK é contribuir com o conhecimento dos professores “sobre” a tecnologia para trabalharem “com” a tecnologia em suas disciplinas escolares, com seus alunos. Para os autores o TPACK é

[...] a base do ensino eficaz da tecnologia, exigindo um entendimento da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que usam tecnologias de maneira construtiva para ensinar conteúdo; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento do conhecimento prévio dos alunos e teorias da epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para desenvolver o conhecimento existente para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 66, tradução nossa⁹).

⁸ understanding of how teaching and learning can change when particular technologies are used in particular ways. This includes knowing the pedagogical affordances and constraints of a range of technological tools as they relate to disciplinarily and developmentally appropriate pedagogical designs and strategies.

⁹ the basis of effective teaching with technology, requiring an understanding of the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach

A apropriação do TPACK não é simples porque os conhecimentos não podem ser vistos de maneira isolada. Para Lobo da Costa e Prado (2015, p. 110, grifos das autoras) “A compreensão integrada dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos do conteúdo é que tem sido um grande desafio na e para a formação de professores, uma vez que requer novas reconstruções de conhecimentos”.

Nessa perspectiva, a plausibilidade do TPACK consiste na habilidade do professor em estabelecer inter-relações contínuas entre o conhecimento tecnológico de conteúdo, conhecimento tecnológico pedagógico e conhecimento pedagógico do conteúdo, aplicando esses conhecimentos a situações específicas da disciplina que leciona. No caso da investigação que precedeu este artigo, procurou-se manter o equilíbrio constante entre os recursos tecnológicos (*software* e *smartphones*), os tópicos de Geometria Espacial (prismas, pirâmides e poliedros de Platão) explorados e as habilidades pedagógicas dos docentes envolvidos em todo o percurso da ação formativa.

Estabelecendo-se a similaridade entre os conhecimentos integrantes do TPACK (KOEHLER; MISHRA, 2005; 2009) e os conhecimentos explorados no contexto da pesquisa desenvolvida, concebemos o entendimento de que os recursos tecnológicos móveis e o *software* GeoGebra compõem elementos do conhecimento tecnológico; tópicos do conteúdo de Geometria Espacial constituem o conhecimento de conteúdo; e os componentes da etapa formativa e a didática dos participantes integram o conhecimento pedagógico de conteúdo. A possível integração entre esses três diferentes conhecimentos resulta na ascensão do domínio do TPACK, provocando uma efetiva ampliação do domínio dos conhecimentos necessários à prática de ensino dos professores de Matemática.

Para alcançar os propósitos da pesquisa realizada e sua devida fundamentação teórica na análise dos dados, este trabalho encontra-se fundamentado nas vertentes do TPACK referenciados por Koehler e Mishra (2005, 2009), por estabelecerem aproximações com objetivo desta investigação.

content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge to develop new epistemologies or strengthen old ones.

Procedimentos metodológicos

Este trabalho seguiu a abordagem qualitativa, tendo como base uma ação formativa embasada nos princípios da pesquisa-ação que se apresenta como uma perspectiva epistemológica de transformação da prática docente dos participantes do processo de pesquisa (BARBIER, 2002). Além da intervenção do pesquisador, é permitido aos pesquisados expressarem sua percepção sobre a realidade em que estão inseridos.

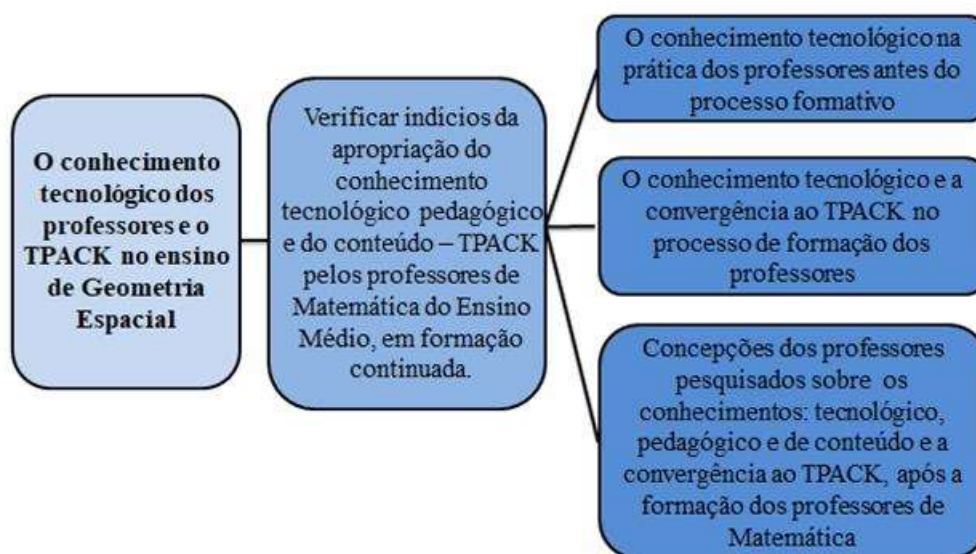
Os dados aqui apresentados são extratos de um processo formativo, oriundos de uma investigação de mestrado, realizado com dois professores de uma escola de Educação Básica, de ensino médio, da rede pública estadual, em Fortaleza/CE. Os mesmos são identificados como: P1 e P2. A etapa formativa compreendeu um cronograma de nove encontros presenciais, com duração de duas horas em cada encontro. Contudo, neste artigo, os instrumentos de análises são extraídos somente de três momentos de coleta, provenientes da etapa da formação dos professores: entrevista, sessões formativas e sessão reflexiva.

Para tratamento e análise dos dados coletados, utilizamos elementos da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2009, p. 44) que a define como “um conjunto de técnicas de análise” que auxilia na orientação de estudos e produção de inferências de dados obtidos em processos de comunicação oral, escrita ou figurativa, além de auxiliar na construção de um conjunto de técnicas para a elaboração das categorias de análises. Dessa forma, a análise de conteúdo tomou como base três etapas organizativas: (i) a pré-análise; (ii) a exploração do material e (iii) o tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2009).

A fase da pré-análise foi desenvolvida pela identificação dos registros obtidos na coleta de dados: conteúdo das entrevistas realizadas; das sessões reflexivas com os professores pesquisados; das interações entre os participantes durante os encontros das sessões formativas que foram organizadas em arquivos digitais. A exploração do material foi realizada com os recortes que emergiram das falas e do conteúdo de análise, estes foram agrupados em temas relacionados à categoria de análise. Para o tratamento dos resultados, inferência e interpretação procuramos compreender os significados dos conteúdos inclusos no material coletado (entrevistas, sessões formativas e sessão reflexiva), confrontando-os com a teoria utilizada.

Partindo desse entendimento, apresentamos a categoria de análise deste estudo que tem o propósito de sistematizar as discussões sobre o conhecimento tecnológico dos professores e o TPACK no ensino de Geometria Espacial. A figura 2 apresenta um diagrama composto pela organização da categoria de análise (a esquerda da figura), o objetivo específico (ao centro) e as unidades de análise (a direita da figura).

Figura 2 - Diagrama da categoria de análise do conhecimento tecnológico e integração ao TPACK



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Análise dos dados e resultados

Essa seção tem o propósito de sistematizar as discussões relativas à categoria de análise deste estudo. As ponderações se fundamentam nos estudos de Koehler e Mishra (2005) que consideram necessária a interação entre as tecnologias educacionais e o conhecimento pedagógico do conteúdo para produzir o ensino eficaz, mediado pela tecnologia. Tais reflexões foram retratadas através da análise das ações dos professores participantes do processo formativo.

- O conhecimento tecnológico na prática dos professores antes do processo formativo

Objetivando analisar a viabilidade de utilização do *software* GeoGebra durante as sessões formativas, a pesquisadora julgou necessário saber se os participantes já conheciam ou utilizavam essa ferramenta como um recurso didático em suas atividades docentes. Para tanto, na entrevista inicial, indagou aos professores se conheciam o *software* GeoGebra e se já faziam uso pedagógico desse programa em suas práticas docentes. P1 afirmou que não conhecia o *software* e P2 relatou que já havia usado o *software* para a construção de gráficos, enquanto estudante da educação básica, mas que não utilizava essa ferramenta em sua ação docente. A ciência desse fato foi relevante para a continuidade da ação formativa, confirmando-se a escolha do *software* e sua exploração no percurso da formação.

Os dados obtidos pelo relato dos docentes pesquisados sobre a não utilização dos recursos tecnológicos em suas práticas de ensino reforçam dados de pesquisas publicadas, que apontam a ausência das tecnologias digitais nas práticas escolares (PALIS, 2014). Nadalon (2018) evidencia que o professor ainda não incorporou as tecnologias em suas práticas educativas e Koehler e Mishra (2009) afirmam que muitos professores não utilizam a tecnologia em sua atuação docente porque não tiveram acesso a esse conhecimento no momento de sua formação inicial.

Shulman (1986) destaca a importância dos processos formativos prepararem os professores para o domínio dos conteúdos e a diversificação dos materiais de ensino a serem utilizados em suas práticas pedagógicas:

Quantas pessoas a quem nós preparamos para ensinar [...] entendem bem os materiais para essa instrução, os textos alternativos, *softwares*, programas, materiais visuais [...]? Confiaríamos em um médico que não entendesse realmente as formas alternativas de lidar com categorias de doenças contagiantes e que só conhecesse apenas uma maneira? (SHULMAN, 1986, p. 10, tradução nossa¹⁰).

Nessa perspectiva, entendemos que a tecnologia pode contribuir para diversificar a construção de representações de conteúdos e a forma como estes podem ser ensinados, possibilitando o desenvolvimento de novas interpretações diante da exploração do conteúdo abordado. P1 relata o desejo de apropriar-se dos conhecimentos tecnológicos para que possa empregá-los em suas aulas:

¹⁰ How many individuals whom we prepare for teaching [...] understand well the materials for that instruction, the alternative texts, *software*, programs, visual materials, [...]?. Would we trust a physician who did not really understand the alternative ways of dealing with categories of infectious disease, but who knew only one way?

Eu [...] quero conhecer o *software*, quanto maior a gama de recursos que você tiver para utilizar em suas aulas é melhor, porque às vezes um aluno não entende por um método, mas se você trocar ali pode ser que ele entenda, né!. [...]. seria bom a gente ter o máximo possível de ferramentas para utilizar porque ainda é muito pouco o que a gente tem. (P1, Entrevista).

A narrativa de P1 evidencia a aceitação em conhecer o *software*, além do reconhecimento que os recursos didáticos tradicionais (pincel e lousa) empregados em sua ação docente não são suficientes para o desenvolvimento de habilidades essenciais no aluno como a visualização, a abstração e a formulação de conceitos geométricos. A esse respeito, P2 menciona que:

[...] todos os nossos hábitos [...] estão sendo moldados por essa influência da tecnologia. E isso não muda [...] dentro da sala de aula. [...] Se eu consigo fazer uso dessa tendência, desse novo costume que tá se aprofundando na sociedade, favorável dentro da sala de aula, é um ganho para mim [e para os alunos]. (P2, Entrevista).

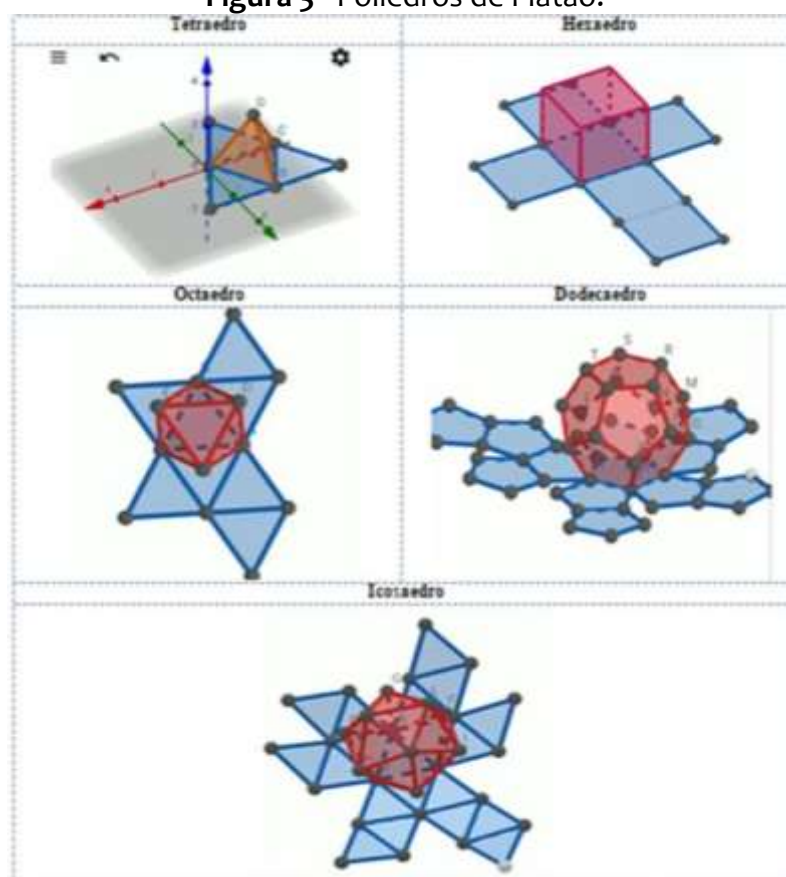
Conforme exposto no relato de P2 sobre os recursos tecnológicos na vida dos indivíduos e a não utilização nas atividades escolares, constatamos a proposição de Silva (2018), ao relatar que as tecnologias digitais fazem parte da vivência dos estudantes, em seus domicílios, mas quando estes chegam aos espaços escolares se deparam com práticas educativas tradicionais, mediadas pela explanação oral e analógica, totalmente diferente do contexto social vivenciado por eles.

Diante das análises apresentadas, verificamos que, antes do processo formativo desenvolvido com os professores, eles não faziam uso dos recursos tecnológicos em suas práticas de ensino. Fica evidente a necessidade da generalização dos conhecimentos tecnológicos a maior número de professores, associando-as a abordagens dos conteúdos geométricos. O depoimento dos professores indica a aceitação quanto ao uso da tecnologia em suas atividades docentes, além da reflexão sobre as contribuições do conhecimento tecnológico como um dos componentes do TPACK, o que pontuamos como um aspecto positivo.

- O conhecimento tecnológico a convergência ao TPACK no processo de formação dos professores

Na ação formativa foram realizados dois encontros (o sexto e o sétimo encontro) para uso do *software* GeoGebra através dos dispositivos tecnológicos móveis (*smartphones*, *iphones*) dos participantes. Os conteúdos explorados foram tópicos de conteúdos de Geometria Espacial – poliedros de Platão, prismas e pirâmides. A figura 3 apresenta imagens dos poliedros de Platão, construídos pelos professores, em seus smartphones.

Figura 3 - Poliedros de Platão.



Fonte: Acervo das autoras (captura das telas dos *smartphones* dos participantes).

As construções dos sólidos geométricos, com os aportes dos recursos tecnológicos, requerem habilidades como: conhecimentos específicos para manusear o GeoGebra, comandos precisos para a construção dos sólidos em formato bidimensional e tridimensional, familiaridade com a ferramenta. Contudo, durante toda a etapa que trabalhou a temática, a pesquisadora e os professores iam integrando a tecnologia com o conhecimento dos professores sobre conteúdos específicos do ensino e o conhecimento pedagógico, o modo como esses conhecimentos seriam aplicados ao contexto de suas salas de aulas. Ainda eram realizadas considerações, formulação de hipóteses, conjecturas,

estabelecendo relações entre os conteúdos geométricos e os sólidos que eram obtidos em seus dispositivos.

Durante as construções dos poliedros de Platão foi sendo discutido com os professores o que poderia ser explorado e destacado no ensino do conteúdo desse tópico, associando conhecimentos e conceitos da Geometria com os sólidos construídos com o apoio das ferramentas tecnológicas. P1 e P2 argumentam:

A gente pode passar para eles [alunos] os tipos, né, quais são [os poliedros de Platão], denominar cada um deles, a questão da nomenclatura de cada um, que depende das faces e o padrão que eles seguem, que eles têm que obedecer a *relação de Euler*¹¹. E além de exemplificar, você já introduz a *relação de Euler* depois. A gente podia pedir para provar a *relação de Euler*, contar vértices, arestas e faces do sólido aqui [no *smartphone*] e pedir para eles contar vértices, arestas e faces e fazer os cálculos no caderno, com a fórmula, pra ver se bate. (P1, Encontro 6).

E também a questão dos vértices, arestas, faces, os componentes de cada sólido desse. São figuras bem parecidas, o octaedro e icosaedro são construídos por triângulos, pode mostrar isso para os alunos. Uma ideia seria contar o número de faces. (P2, Encontro 6).

A manifestação dos professores, nesse momento, demonstra que os docentes possuem o domínio do conhecimento do conteúdo da disciplina que ministram e visualizam maneiras de explorar esse tópico, por intermédio da relação conteúdo-tecnologia, utilizando os recursos tecnológicos trabalhados na formação.

As observações e deduções dos professores foram relevantes e demonstram que os docentes fizeram a interseção entre os conhecimentos do conteúdo e os conhecimentos tecnológicos em um enfoque exploratório e dedutivo. Mediante construção dos prismas (nos *smartphones*), os professores conseguiram associar as representações tridimensionais e bidimensionais realizadas pela tecnologia aos conhecimentos do conteúdo de Geometria Espacial, trabalhados regularmente em sala de aula. Nesse sentido, concordamos com Gomes (2007), que enfatiza como fundamental que as práticas pedagógicas dos professores deem ênfase tanto ao enfoque experimental quanto ao enfoque dedutivo, caminhando sempre na direção que contemple ambas as abordagens.

¹¹ Fórmula matemática que relaciona os vértices, arestas e faces de um poliedro convexo, dada pela expressão: $V - A + F = 2$.

Ao término das sessões formativas com os recursos tecnológicos, os professores passaram a discutir diferentes estratégias de utilização da tecnologia e do conteúdo para levarem para suas salas de aulas. Quanto à utilização dos recursos tecnológicos na sala de aula, Gomes (2007) argumenta que, para se trabalhar com tecnologia, o professor deve fazer um planejamento minucioso da atividade, visando contemplar não somente a abordagem intuitiva, mas também a dimensão lógico-dedutiva dos conteúdos explorados, esse aspecto também foi esclarecido aos professores.

Diante das análises apresentadas, destacamos, nas sessões formativas com a tecnologia, a facilidade que os docentes sentiram nas construções dos sólidos com os recursos tecnológicos, além de explorações que promoveram a visualização, a interação e a dedução de conhecimentos geométricos. Percebemos “o despertar da vontade” dos professores para inserirem os recursos trabalhados na formação, em suas práticas educativas.

- Concepções dos professores pesquisados sobre os conhecimentos: tecnológico, pedagógico de conteúdo e a convergência ao TPACK, após a formação dos professores de Matemática.

Após as sessões formativas, procuramos conhecer a concepção dos professores sobre as contribuições da etapa formativa e os indícios de apropriação dos conhecimentos tecnológico, pedagógico de conteúdo dos professores e a convergência ao TPACK para a ampliação de habilidades inerentes à prática profissional dos docentes. Nessa perspectiva, levamos em consideração as discussões obtidas nas sessões reflexivas nas quais os professores expressaram seus pensamentos e sentimentos sobre o processo formativo que vivenciaram.

Para melhor compreensão e visualização do processo, as ponderações foram organizadas em três momentos distintos: reflexão sobre as sessões formativas que foram direcionadas pelos estudos de teóricos (KOEHLER; MISHRA, 2005; 2009; SHULMAN, 2014); pela apresentação e exploração do *software* GeoGebra, abordando tópicos de Geometria Espacial entre pesquisadora e professores pesquisados; percepções sobre a atividade

prática realizada pelos professores com os alunos; avaliação sobre o processo formativo e o uso do aplicativo em sala de aula. Sugerimos que os professores relatassem como as impressões e os conhecimentos adquiridos ou não durante os momentos formativos contribuíram para suas formações profissionais e suas atuações em sala de aula. Nesse sentido, os professores se manifestaram:

[...] os textos dos pensadores¹² que se envolvem neste tipo de pesquisa serviu particularmente para mim porque você vê que tem base àquilo que você está querendo fazer, que tem gente que também se interessa por melhorar a educação, o ensino, que também tem essa visão de que o ensino tradicional já não é mais tão viável hoje em dia, que também tem que se atualizar, se modificar o modo de ensinar hoje em dia [...]. Instiga a gente a querer buscar mais [...]. (P1, Sessão Reflexiva).

Os tipos de conhecimentos, o conhecimento pedagógico, o conhecimento da ferramenta, o conhecimento do conteúdo, toda essa discussão que a gente teve que é algo que eu nunca tinha tido durante a graduação foi enriquecedor. (P2, Sessão Reflexiva).

Os professores foram unânimes em apontar, em seus depoimentos, que as sessões formativas e os estudos teóricos de artigos de pesquisadores (SHULMAN, 2014; KOEHLER; MISHRA, 2009) foi uma oportunidade de conhecer aprofundar o estudo de teorias educacionais, não vivenciadas em sua formação inicial. Para os docentes, tais estudos se configuram em momentos de aprendizagem e contribuíram para amparar suas práticas, além de subsidiarem a tríade ensino-conteúdo-tecnologia.

A reflexão desenvolvida pelos professores sobre o domínio dos conhecimentos: tecnológicos, pedagógicos e do conteúdo, bem como o destaque registrado sobre os “conhecimentos teóricos”, é destacada como um elemento favorável germinado a partir da prática formativa realizada.

A sessão formativa, na qual a pesquisadora e os professores fizeram uso do GeoGebra, foi mencionada por P1 (Sessão Reflexiva) como um momento de expectativa “naquele momento ali, vendo tudo aquilo eu só imaginava aquilo na aula e como foi naquela aula prática que a gente fez.”. A narrativa de P1 reflete que o professor, ao ter o domínio do conhecimento tecnológico, passou a elaborar estratégias para trabalhar com recursos digitais, em sua prática de sala de aula, com seus alunos.

¹² P1 se referia aos textos de Koehler e Mishra (2009), Shulman (2014), discutidos nos encontros formativos.

Para P2, o uso da tecnologia se caracterizou como um processo bastante simples. Os professores deram ênfase à maneira como a pesquisadora conduziu a formação, destacando que a forma como foi conduzida contribuiu para o domínio do conhecimento tecnológico, estabelecendo relações com o conhecimento do conteúdo de Geometria Espacial.

Eu conhecia um pouco o *software*, aí facilita, eu já achava ele bastante intuitivo, mas a maneira como você fez com a gente eu acho que tornou tudo muito simples, porque tu já trouxe para a gente os anexos e anexos já tinham o passo-a-passo de como fazer cada coisa, aí você seguiu com a gente cada coisa para ter certeza que a gente ia tá acompanhando e ia tá aprendendo aquele conteúdo. Eu achei o processo todo simples, de boa. (P2, Sessão Reflexiva).

Quanto ao planejamento, as estratégias, e o desenvolvimento da atividade prática com os alunos, os professores apresentam suas colocações:

Quando eu coloco o meu aluno para ele utilizar aquela tecnologia para alcançar os objetivos da minha aula, eu acho que de certa forma eu estou puxando ele para: – Olha tá vendo toda essa facilidade que você tem com isso? – Vamos usar isso aqui para atingir esse objetivo. (P2, Sessão Reflexiva).

O *software* foi um aliado, porque os alunos se dispersam facilmente se você ficar só no livro, se você ficar só no quadro eles também vão se dispersar em pouco tempo [...]. Ficou muito, muito ativo para todo mundo. [...] muito proveitoso aquele momento. Então, tanto o aplicativo como as definições do conteúdo e a aula em si, a parte da pedagogia, do ensino, eles não tiveram vergonha de perguntar e dizer (a grande maioria) de dizer que tinha conseguido ou não tinha conseguido... de mostrar um para outro. (P1, Sessão Reflexiva).

P2 menciona a importância de o professor estabelecer um planejamento prévio com objetivos claros a serem alcançados pelos alunos. Os docentes, em suas narrativas, destacam a relação entre o conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico e conhecimento do conteúdo e o entrelace entre esses conhecimentos na ação desenvolvida com o *software*.

Diante das narrativas dos professores, salientamos que o uso da tecnologia móvel associado às práticas pedagógicas – quando conduzidas por estratégias selecionadas e bem planejadas pelo professor – contribuem para melhoria do ensino e da aprendizagem. Além disso, ajudam a minimizar a repetição das rotineiras práticas presentes nas aulas de Matemática, em que, muitas vezes, os conteúdos são apresentados oralmente, por meio de definições, demonstrações de propriedades e exemplos, seguidas por uma

extensa lista de exercícios, presumindo-se que o aluno aprende pela reprodução, sem oportunizá-lo a ser o agente construtor da própria aprendizagem (OLIVEIRA, 2019).

O uso das tecnologias deve ser desenvolvido de modo que possa envolver professores e alunos, através de estratégias pedagógicas que promovam reflexões, descobertas e aprendizagens durante a abordagem dos conteúdos. A compreensão dos professores sobre o uso das tecnologias e a forma como elas devem ser integradas aos conteúdos, ao ensino e à aprendizagem dos alunos demonstrou indícios que os docentes se apropriaram dos conceitos do TPACK.

Para P2, a formação com a ferramenta tecnológica lhe trouxe conhecimentos que antes não tinha, citando alguns exemplos: “como eu posso agora pegar isso [ferramenta] e fazer isso de uso cotidiano, como eu posso levar isso [ferramenta] para minhas experiências didáticas de maneira mais pontuais.” (P2, Sessão Reflexiva). P2 acrescenta que antes de participar desse processo formativo já havia trabalhado com *softwares* em aulas de Mecânica e Cinemática para demonstrar processos de colisões e conservação de energia, contudo, não havia interação entre o *software*, o conteúdo e os alunos e que eram trabalhadas somente “coisas pontuais”, sem maior integração aos assuntos abordados.

Para se potencializar o ensino com tecnologia, é necessário que se tenha ciência de que é preciso criar, manter e restabelecer continuamente um equilíbrio dinâmico entre todos os componentes – tecnologia, pedagogia e conteúdo. Nesse sentido, Koehler e Mishra (2009) afirmam que o TPACK é a base do ensino com a tecnologia e requer a compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias; técnicas pedagógicas para utilizar as tecnologias e modelo construtivo para ensinar os conteúdos. Enfatizamos que esse ensino deve ser guiado por intermédio de práticas que possam envolver professores e alunos, pois, caso contrário, esses recursos serão considerados ineficientes.

Quanto às potencialidades dos recursos tecnológicos, não significa que estes possam suprir todas as lacunas já apontadas no campo da Educação Matemática, mas podem ser importantes aliados para auxiliarem e implementarem o ensino e a aprendizagem. Nesse contexto, os professores manifestam seus sentimentos em relação ao trabalho com o *software*, destacando que a ferramenta contribui para a construção do conhecimento, além da ampliação da forma de aprender e ensinar.

Perfeito, aí ele contempla tudo, o que sobra para a gente fazer no quadro é resolver questões, exemplos, porque a parte de definições, teorias, ele aborda muito bem, é um ótimo aliado tanto para o professor quanto para o aluno. (P1, Sessão Reflexiva).

[...] na nossa formação quando a gente ganhava a habilidade [...] de utilizar a ferramenta, aí tinha aquele momento de discussão onde você [pesquisadora] puxava [...] qual o aprendizado que o aluno possa ter, pra que serve isso aqui. Ou seja, vai pedir o aluno para construir uma pirâmide, não é só a ferramenta, o *software*, a gente não quer ensinar o aluno a utilizar o *software*, ele é uma ferramenta necessária para aprender um conteúdo, um aprendizado. (P2, Sessão Reflexiva).

Diante dos relatos dos professores, observamos a avaliação positiva em relação ao uso da ferramenta, percebemos que se sentiam motivados e entusiasmados com a etapa formativa que participaram. Os docentes realçaram a possibilidade de inserir as ferramentas tecnológicas no ensino dos conteúdos geométricos, como possibilidade de ampliar e diversificar suas práticas de ensino, visando contribuir para alcançar a aprendizagem dos alunos.

Diante das análises apresentadas, consideramos que as sessões formativas foram uma oportunidade para que os docentes pudessem conhecer e refletir sobre alguns aspectos das teorias educacionais, não vivenciadas antes. Os docentes relaram que a formação continuada foi um momento de aprendizagem para suas formações e contribuíram para amparar suas práticas, além de subsidiar a tríade ensino-conteúdo-tecnologia. Salientamos que o conhecimento tecnológico associado ao conteúdo e às práticas pedagógicas – quando conduzidas por estratégias selecionadas e bem planejadas – contribuem para melhoria do ensino e da aprendizagem. A compreensão dos professores sobre o uso das tecnologias e a forma como elas devem ser integradas aos conteúdos ao ensino e aprendizagem dos alunos demonstrou indícios de que eles se apropriaram dos conceitos do TPACK.

Considerações finais

Em relação ao domínio do conhecimento tecnológico na atividade docente dos professores, antes da etapa formativa, estes afirmaram que não utilizavam o GeoGebra em atividades de ensino dos conteúdos de Geometria Espacial. Esse dado também evidencia o

diagnóstico já apontado em outros estudos acadêmicos sobre o uso dos recursos tecnológicos como estratégia didática pouco explorada nas práticas escolares. Nesse sentido, ressaltamos que a tecnologia digital pode contribuir para diversificar a construção de representações de conteúdos e a forma como estes podem ser ensinados, possibilitando o desenvolvimento de novas interpretações e explorações dos conteúdos pelos docentes e discentes.

Quanto à exploração dos recursos tecnológicos digitais com os participantes, percebemos que os docentes não apresentavam dificuldades em manuseá-los, tinham facilidade em explorá-los e conseguiam estabelecer conexões entre os sólidos que eram obtidos em seus dispositivos e os conteúdos geométricos. Nessa ação, visualizamos indícios de integração dos conhecimentos: tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, pois os docentes conseguiram estabelecer relações entre os conteúdos geométricos e a tecnologia, realizando considerações, formulando hipóteses, conjecturas alusivas a esse conhecimento, além de discutirem e planejarem estratégias pedagógicas para levarem esses recursos para suas salas de aulas.

No tocante ao uso dos recursos tecnológicos na aula prática dos professores com os alunos, após o percurso formativo, percebemos o domínio do conhecimento da tecnologia dos docentes, no manuseio do *software*, perante os alunos. Apesar da exploração dos recursos digitais em uma única aula, os docentes afirmaram que a atividade realizada contribuiu para melhorar a compreensão dos alunos acerca dos assuntos estudados, colaborando com a ampliação da aprendizagem.

Apesar da atividade prática com os recursos tecnológicos, pelos professores, em uma única aula, podemos inferir que essa atividade sinaliza a interseção dos conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo. Visualizamos indícios desses conhecimentos desde o momento que antecedeu à prática, quando os docentes realizaram o planejamento da aula a ser explorada com os alunos, até a sua execução. Os docentes fizeram uso dos recursos digitais e ao mesmo tempo realizaram explorações de tópicos dos conteúdos de Geometria Espacial, direcionando-os ao ensino e a aprendizagem, dado que nos permite inferir que houve a integração do TPACK.

Salientamos a brevidade em que ocorreu a etapa formativa com os docentes, como tempo incipiente para a completa familiaridade dos professores com o *software*. A apropriação e domínio do TPACK acontece lentamente, demanda tempo e recidiva das experiências práticas, visto que há conhecimentos que são adquiridos pela vivência dos professores ao longo do seu percurso acadêmico e profissional. Estimamos que a recorrência do trabalho com os recursos tecnológicos os levará a maior apropriação do domínio do TPACK.

As sessões reflexivas se caracterizaram como momentos de ponderações dos professores sobre toda a etapa formativa em que foram partícipes. Os docentes relataram que as sessões formativas teóricas foram importantes para o conhecimento das teorias educacionais não vivenciadas antes, em suas formações. Explanaram que as sessões formativas com uso das ferramentas tecnológicas proporcionaram conhecimentos que antes não possuíam. Declararam que a formação continuada se caracterizou por momentos de aprendizagem para suas formações, contribuindo para amparar suas práticas, além de subsidiar a tríade ensino-conteúdo-tecnologia. Diante dessas argumentações, a etapa formativa desenvolvida na investigação aponta indícios de apropriação dos conhecimentos: tecnológico, pedagógico e de conteúdo e suas convergências ao TPACK, concorrendo para ampliação de habilidades inerentes à prática profissional dos professores.

Diante das considerações apresentadas, ressaltamos que o uso das tecnologias deve ser desenvolvido de modo que possa envolver professores e alunos, através de estratégias pedagógicas que promovam reflexões, descobertas e aprendizagens durante a abordagem dos conteúdos. Salientamos que o domínio do TPACK ainda representa um grande desafio a ser alcançado no campo de formação de professores, pois requer o envolvimento de todos os seus componentes. Contudo, reafirmamos que a aquisição dos conhecimentos docentes é um processo contínuo, ao longo da profissão, contribuindo para a ampliação, modificação e aperfeiçoamento das práticas educativas.

Referencias

BARBIER, R. **A pesquisa-ação**. Brasília: Liber Livro Editora, 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5 ed. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n. 02/2019**, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, 2019.

CURI, E. A formação inicial de professores para ensinar matemática: algumas reflexões, desafios e perspectivas. *In: Formação de professores de Matemática. Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, v.6, n.9, p.75-94, 2011.

FAINGUELERNT, E. K.; NUNES, K. R. A. **Matemática: Práticas Pedagógicas para o Ensino Médio**. Porto Alegre: Penso, 2012.

GOMES, M. L. M. Ensino da Geometria no Brasil nas últimas décadas: da ausência à presença com prevalência das abordagens experimentais. *In: SEMINÁRIO DE ENSINO DE GEOMETRIA*, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2007. v. 1. p. 5-24. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/59094678/Ensino-Da-Geometria-No-Brasil-MLaura>. Acesso em: 17 jun. 2021.

GUÉRIOS, E. Espaços intersticiais na formação docente: indicativos para a formação continuada de professores que ensinam matemática. *In: FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M. (Org.). Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. Campinas: Musa, 2005. p. 128-151.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Computing Research**, v.32, n.2, p.131-152, 2005.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v.9, n.1, p.60-70, 2005.

LOBO DA COSTA, N.; PRADO, M. E. B. B. Formação continuada e uma abordagem exploratório-investigativa em geometria espacial de posição. *In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 7., 2013, Montevideo. **Actas...** Uruguay, 2013, v. 1, p. 5132-5139. Disponível em: <http://cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/212.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

MATTOS, S. M. N.; MATTOS, J. R. L. **Formação continuada de professores de matemática**. Curitiba: Appris, 2018.

MELO, G. F. A. Saberes docentes de professores de matemática em um contexto de inovação curricular. *In: FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M. (Org.). Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. Campinas: Musa, 2005.

NADALON, D. O. **Sólidos e superfícies de revolução com auxílio do software Geogebra.** 2018. 103f. Dissertação (Ensino de Ciências e Matemática), Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2018.

OLIVEIRA, C. A. Dispositivos móveis na Licenciatura em pedagogia: criar, inventar e manipular com *Angry Birds Rio*, QR CODE e Aurasma. In: BAIRRAL, M.; CARVALHO, M. (Org.). **Dispositivos móveis no ensino da Matemática: tablets & smartphones.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p.59-74.

PALIS, G. L. R. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. In: ROQUE, T.; GIRALDO, V. (Org.). **O Saber do Professor de Matemática: Ultrapassando a Dicotomia entre Didática e Conteúdo.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014. p.149-173.

POWELL, A. B. Preenchendo lacunas: Pesquisas sobre dispositivos móveis na Educação Matemática. In: BAIRRAL, M.; CARVALHO, M. (Org.). **Dispositivos móveis no ensino da Matemática: tablets & smartphones.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p.9-11.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. (Leda Beck, Trad.). **Cadernos Cenpec**, v.4, n.2, p.196-229, 2014.

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

SILVA, E. R. P. **A utilização do aplicativo geogebra para smartphone como recurso didático nas aulas de matemática do ensino fundamental.** 2018. 77 f. Dissertação (Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.