

## A ESTRUTURA TPACK NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: MOBILIZAÇÃO DO CONHECIMENTO COM O RED RESOLVEX

### THE TPACK FRAMEWORK IN THE CONTINUING EDUCATION OF MATHEMATICS TEACHERS: KNOWLEDGE MOBILIZATION WITH RED RESOLVEX

### EL MARCO TPACK EN LA FORMACIÓN CONTINUA DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS: MOVILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CON RED RESOLVEX

Areli Laís do Nascimento Alves<sup>1</sup>

Ernani Martins dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo investiga como professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental mobilizam o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo — TPACK — no planejamento de aulas para o ensino do cálculo da área das figuras planas com o uso do Recurso Educacional Digital (RED) ResolVex. A pesquisa adota abordagem qualitativa, realizada com seis professores de uma escola municipal de Carpina, Pernambuco. Os dados foram coletados por meio de triangulação entre dois questionários — perfil docente e diagnóstico TPACK — uma formação continuada de dois dias e os planos de aula elaborados pelos participantes. O tratamento dos dados seguiu a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Os resultados indicam que todos os docentes participantes evidenciaram os domínios do TPACK em seus planejamentos, ainda que em diferentes graus de integração. O domínio tecnológico (TK) foi o que apresentou menor confiança inicial, mas evoluiu significativamente ao longo da formação. A experiência formativa demonstrou que a articulação entre os domínios CK, PK e TK, quando mediada por um RED pertinente ao conteúdo, potencializa tanto a qualidade do planejamento docente quanto o engajamento dos alunos. Os achados reforçam a relevância de investir em programas de formação continuada fundamentados em modelos teóricos consolidados, como o TPACK, capazes de articular teoria e prática no desenvolvimento profissional de professores de Matemática.

**Palavras-chave:** TPACK. Formação Continuada. Recurso Educacional Digital. Ensino de Matemática. Figuras Planas.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Educação - Universidade de Pernambuco (UPE) – Campus Mata Norte/ Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE).

<sup>2</sup> Doutorado em Psicologia Cognitiva - linha de pesquisa Educação Matemática e Conceitos Científicos. Professor Associado da UPE - Campus Mata Norte, atuando no Programa de Pós-Graduação em Educação, no PROFEI e na graduação em Matemática. Pro-reitor de Graduação. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Universidade de Pernambuco (UPE).

**ABSTRACT:** This article investigates how Mathematics teachers in the final years of Elementary School mobilize Technological Pedagogical Content Knowledge — TPACK — when planning lessons on calculating the area of plane figures using the Digital Educational Resource (DER) ResolVex. The research adopts a qualitative approach, conducted with six teachers from a municipal school in Carpina, Pernambuco, Brazil. Data were collected through triangulation among two questionnaires — teacher profile and TPACK diagnosis — a two-day continuing education program, and lesson plans developed by participants. Data processing followed Bardin's Content Analysis (2016). Results indicate that all participating teachers evidenced TPACK domains in their planning, albeit at different levels of integration. The technological domain (TK) showed the lowest initial confidence but evolved significantly throughout the training. The educational experience demonstrated that the articulation between CK, PK, and TK domains, when mediated by a content-relevant DER, enhances both the quality of teacher planning and student engagement. The findings reinforce the importance of investing in continuing education programs grounded in consolidated theoretical models, such as TPACK, capable of linking theory and practice in the professional development of Mathematics teachers.

**Keywords:** TPACK. Continuing Education. Digital Educational Resource. Mathematics Teaching. Plane Figures.

**RESUMEN:** Este artículo investiga cómo los profesores de Matemáticas de los últimos años de la Enseñanza Fundamental movilizan el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido — TPACK — al planificar clases sobre el cálculo del área de figuras planas utilizando el Recurso Educativo Digital (RED) ResolVex. La investigación adopta un enfoque cualitativo, realizado con seis profesores de una escuela municipal de Carpina, Pernambuco, Brasil. Los datos fueron recolectados mediante triangulación entre dos cuestionarios — perfil docente y diagnóstico TPACK —, una formación continua de dos días y los planes de clase elaborados por los participantes. El tratamiento de los datos siguió el Análisis de Contenido de Bardin (2016). Los resultados indican que todos los docentes participantes evidenciaron los dominios del TPACK en sus planificaciones, aunque en diferentes grados de integración. El dominio tecnológico (TK) fue el que presentó menor confianza inicial, pero evolucionó significativamente a lo largo de la formación.

**Palabras clave:** TPACK. Formación Continua. Recurso Educativo Digital. Enseñanza de Matemáticas. Figuras Planas.

## INTRODUÇÃO

A integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ao ensino da Matemática tem sido objeto de crescente atenção acadêmica nas últimas décadas. No Brasil, a aprovação da Base Nacional Comum Curricular — BNCC (BRASIL, 2018) — e do Programa Nacional de Tecnologia Educacional reforçaram a necessidade de preparar professores capazes de articular, de forma pedagógica e crítica, recursos tecnológicos aos objetivos de aprendizagem de suas disciplinas. Contudo, a mera disponibilização de dispositivos digitais no ambiente

escolar não garante mudanças substantivas nas práticas pedagógicas (KENSKI, 2018). Para que a tecnologia se constitua como aliada real no processo de ensino e aprendizagem, é indispensável que o professor desenvolva um conhecimento profissional integrado que articule domínio do conteúdo, competências pedagógicas e habilidades tecnológicas.

Nesse contexto, o referencial teórico TPACK — Technological Pedagogical Content Knowledge —, proposto por Mishra e Koehler (2006) com base nos estudos seminiais de Shulman (1986; 1987), tem se consolidado como uma das estruturas mais influentes para compreender o conhecimento docente necessário ao ensino eficaz com tecnologias. O TPACK propõe que o professor competente para integrar recursos digitais ao ensino deve ser capaz de articular, simultaneamente, o Conhecimento do Conteúdo (CK), o Conhecimento Pedagógico (PK) e o Conhecimento Tecnológico (TK), bem como as interseções que emergem dessas combinações: PCK, TCK, TPK e, no núcleo, o TPACK propriamente dito.

O conteúdo de cálculo da área das figuras planas, inscrito no campo de Grandezas e Medidas da BNCC para os anos finais do Ensino Fundamental, representa um dos temas em que as dificuldades dos alunos são mais recorrentes e documentadas. Lorenzato (2006) aponta que muitos estudantes chegam ao 9º ano do Ensino Fundamental sem compreender adequadamente as relações entre área, perímetro e as propriedades das figuras geométricas. Battista (2007) e Jones (2000) indicam que recursos digitais interativos podem favorecer a visualização e a exploração dessas relações, contribuindo para a superação de tais dificuldades conceituais. Para tanto, é fundamental que o professor saiba selecionar e articular esses recursos com intencionalidade pedagógica.

Este artigo relata uma pesquisa qualitativa desenvolvida em uma escola municipal de Carpina-PE, que investigou como seis professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental mobilizaram os domínios do TPACK ao elaborar planos de aula para o ensino do cálculo da área das figuras planas utilizando o RED ResolVex — aplicativo educacional desenvolvido pelo V-Lab da Universidade Federal de Pernambuco. O problema de pesquisa que orientou o estudo foi: Como professores de Matemática que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental mobilizam o TPACK no planejamento de aulas para o ensino do cálculo da área das figuras planas com o uso do RED ResolVex?

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O TPACK como Referencial para a Formação de Professores

A teoria TPACK surgiu da extensão do modelo de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de Shulman (1986), que identificou como uma forma específica e distintiva de conhecimento docente a capacidade de transformar o saber disciplinar em representações e explicações pedagogicamente acessíveis aos alunos. Mishra e Koehler (2006) ampliaram esse modelo ao incorporar a dimensão tecnológica, argumentando que o ensino com tecnologias requer um tipo de conhecimento que vai além da simples soma entre domínio do conteúdo, competência pedagógica e habilidade técnica.

No modelo TPACK, as três formas centrais de conhecimento — CK, PK e TK — geram quatro formas adicionais em suas interseções: o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), que envolve o saber sobre como ensinar um determinado conteúdo; o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK), que compreende a compreensão de como a tecnologia pode transformar a representação e a abordagem do conteúdo; o Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK), que engloba o conhecimento de como as estratégias pedagógicas se modificam pelo uso de tecnologias específicas; e o TPACK em si, que representa a integração dinâmica e contextualizada dos três domínios centrais, essencial para um ensino eficaz com tecnologias.

Angeli e Valanides (2009) propõem que o TPACK é uma forma de conhecimento epistemologicamente distinta, que não pode ser reduzida às suas partes constituintes. Para esses autores, o TPACK emerge da interação contextualizada entre os três domínios e se manifesta de formas únicas dependendo do contexto de ensino, do conteúdo abordado e das ferramentas tecnológicas disponíveis. Essa perspectiva reforça a importância de programas de formação continuada que criem condições para que os professores experimentem, reflitam e sistematizem sua prática com tecnologias em contextos reais de ensino.

No campo da formação de professores, Darling-Hammond e Richardson (2009) demonstraram, a partir de revisão sistemática de pesquisas, que programas de desenvolvimento profissional eficazes compartilham características comuns: são centrados no conteúdo da disciplina, promovem aprendizagem ativa e colaborativa, são coerentes com as necessidades dos professores e se estendem ao longo do tempo. Essas características estão alinhadas com os princípios que orientam a formação para o desenvolvimento do TPACK, reforçando a

importância de uma abordagem formativa que supere o modelo transmissivo de capacitação docente.

## 2.2 O RED ResolVex e sua Pertinência Pedagógica

O RED ResolVex é um aplicativo educacional gratuito, disponível para uso online e offline, desenvolvido pelo V-Lab da Universidade Federal de Pernambuco com foco em inovação de produtos e serviços de impacto social. Alinhado às competências e habilidades da BNCC (BRASIL, 2018) para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, o recurso apresenta cenários de aprendizagem gamificados organizados em três níveis de dificuldade crescente, nos quais os estudantes calculam a área de figuras planas compostas — representadas por montagens em Tangram — utilizando uma interface interativa com calculadora integrada, preenchimento de fórmulas e feedback imediato de acertos e erros.

Na perspectiva de Ramos, Teodoro e Ferreira (2011), RED são entidades digitais produzidas especificamente para fins de apoio ao ensino e à aprendizagem, caracterizadas pela acessibilidade, interoperabilidade e sustentabilidade. O ResolVex atende a esses três critérios: é acessível gratuitamente em qualquer dispositivo com sistema operacional Android ou iOS, compatível com diferentes plataformas e mantém sua estrutura sem necessidade de recodificação à medida que a tecnologia evolui. Alves e Santos (2024), em estudo com licenciandos em Matemática, identificaram que o ResolVex favorece o engajamento dos futuros professores e promove reflexões sobre o ensino de áreas de figuras planas, constituindo-se como uma ferramenta pedagogicamente pertinente para a formação docente.

Do ponto de vista do TPACK, o ResolVex representa uma ferramenta com elevado potencial para o desenvolvimento do TCK — Conhecimento Tecnológico do Conteúdo —, pois permite que os professores compreendam como a tecnologia pode transformar a representação das figuras planas, tornando visíveis as relações entre medidas, fórmulas e estruturas geométricas de forma dinâmica e interativa. Contudo, sua efetividade pedagógica depende da capacidade do professor de articular esse potencial com estratégias de mediação adequadas — o que constitui, precisamente, o núcleo do TPACK.

## 2.3 O Ensino da Área das Figuras Planas nos Anos Finais do Ensino Fundamental

O cálculo da área das figuras planas está prescrito na BNCC (BRASIL, 2018) como habilidade central do campo de Grandezas e Medidas nos anos finais do Ensino Fundamental,

especificamente na habilidade EF09MA14, que prevê a resolução e elaboração de problemas envolvendo noções de grandezas e medidas de figuras planas. Lorenzato (2006) aponta que o ensino de Geometria no Brasil tem sido historicamente negligenciado, com ênfase excessiva na álgebra e na aritmética em detrimento da exploração espacial e geométrica.

As pesquisas de Battista (2007) e Jones (2000) indicam que muitos estudantes desenvolvem concepções fragmentadas sobre área e perímetro, aplicando fórmulas de forma mecânica sem compreender os conceitos subjacentes. Esses autores argumentam que o uso de recursos de geometria dinâmica — como softwares de manipulação de figuras e aplicativos interativos — pode favorecer a construção de significados mais robustos, ao permitir que os alunos observem, manipulem e reflitam sobre as relações geométricas de forma visual e experimental. Hegedus e Roschelle (2013) acrescentam que, para que esses recursos produzam aprendizagem significativa, é fundamental que o professor planeje atividades que guiem os alunos da exploração intuitiva à formalização conceitual — o que exige, uma vez mais, um sólido domínio do TPACK.

## METODOLOGIA

A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza descritiva-interpretativa, inscrita no paradigma compreensivo-hermenêutico (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A escolha pela pesquisa qualitativa justifica-se pelo interesse em compreender, em profundidade, os processos de mobilização do conhecimento docente em um contexto formativo específico, privilegiando a análise dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas experiências pedagógicas com tecnologia. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (Processo n. XXXX/XXXX) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O campo empírico foi uma escola da rede municipal de ensino de Carpina, município do Agreste pernambucano. Os participantes foram seis professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental, identificados pelos códigos P1 a P6 para garantia do anonimato. A seleção foi intencional, com base no critério de atuação docente na área de Matemática e disponibilidade para participar da formação continuada.

A coleta de dados operacionalizou-se por meio de triangulação de três instrumentos: (1) Questionário de Perfil Docente, com itens sobre faixa etária, formação inicial e continuada, tempo de magistério e experiências prévias com tecnologias digitais; (2) Questionário de

Diagnóstico TPACK, adaptado de Rolando (2017), com 42 itens em escala Likert de cinco pontos distribuídos pelas sete bases de conhecimento da estrutura TPACK (CK, PK, TK, PCK, TCK, TPK e TPACK); e (3) Planos de Aula elaborados pelos participantes durante a formação continuada, analisados à luz dos componentes do TPACK segundo o protocolo de Harris, Grandgenett e Hofer (2010).

A formação continuada foi estruturada em dois dias consecutivos, com oito horas de duração cada. No primeiro dia, foram abordados: (a) apresentação e discussão teórica da estrutura TPACK, com base em Mishra e Koehler (2006); (b) apresentação do RED ResolVex, suas funcionalidades e alinhamento com a BNCC; e (c) exploração guiada do aplicativo pelos professores, com feedback do formador. No segundo dia, foram realizados: (a) discussão coletiva sobre as potencialidades e limitações do ResolVex, organizada em tabela síntese; (b) entrevistas individuais semiestruturadas; e (c) elaboração dos planos de aula com o RED ResolVex.

Os dados foram analisados com base na Análise de Conteúdo de Bardin (2016), seguindo as três etapas do método: pré-análise (leitura flutuante e organização do corpus), exploração do material (codificação e categorização) e tratamento dos resultados (inferência e interpretação). As categorias de análise foram construídas a posteriori, derivadas dos elementos do TPACK identificados nos planos de aula e nas respostas aos questionários. Um estudo piloto, realizado previamente, nos moldes de Mackey e Gass (2005), validou os instrumentos e o protocolo de análise dos planos de aula.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Perfil Docente e Diagnóstico TPACK

O perfil dos participantes revela um grupo de professores experientes: 66,67% situam-se na faixa etária de 40 a 50 anos; 50% possuem mais de 20 anos de magistério; e todos apresentam formação inicial em Matemática — Licenciatura ou Bacharelado com complementação pedagógica. Esse perfil é relevante para a compreensão dos resultados do diagnóstico TPACK, uma vez que, conforme Rolando (2017), professores com maior tempo de experiência tendem a apresentar maior confiança nos domínios de conteúdo e pedagogia, mas menor familiaridade com as bases tecnológicas.

Os resultados do Questionário TPACK confirmaram essa tendência. A maior média foi obtida no domínio CK (Conhecimento do Conteúdo), com 4,7 pontos em uma escala de 1 a 5,

refletindo a segurança dos professores quanto ao domínio matemático relacionado às figuras planas. Em posição intermediária, situaram-se os domínios PK (4,6) e PCK (4,6), evidenciando competência pedagógica consolidada. Os menores escores foram registrados nos domínios TK (4,5) e TCK (4,5), com desvios padrão de 0,023 e 0,35, respectivamente — indicando que, embora os professores reconheçam o potencial das tecnologias digitais, ainda não se sentem plenamente seguros para integrá-las de forma autônoma ao ensino da Matemática.

Esse diagnóstico orientou o planejamento da formação continuada, que priorizou o desenvolvimento das bases tecnológicas — TK, TCK e TPK — como forma de ampliar o repertório dos professores para uma integração mais consistente do RED ResolVex ao ensino da área das figuras planas. Conforme Darling-Hammond e Richardson (2009), programas de formação eficazes devem ser responsivos às necessidades identificadas dos professores — princípio que norteou a estruturação da formação realizada.

#### 4.2 A Mobilização do TPACK nos Planos de Aula

A análise dos seis planos de aula revelou diferentes perfis de mobilização do TPACK, que podem ser organizados em dois grupos. O primeiro grupo — composto por P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>5</sub> — demonstrou integração mais sofisticada dos domínios do TPACK, articulando com clareza os objetivos de aprendizagem (CK), as estratégias de mediação pedagógica (PK e PCK) e as funcionalidades específicas do ResolVex (TK e TCK). Esses professores propuseram atividades investigativas que partiam da exploração do aplicativo para a generalização das fórmulas de área, evidenciando uma compreensão do TPACK como estrutura dinâmica e integrada, e não como sobreposição de saberes independentes.

O segundo grupo — composto por P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> e P<sub>6</sub> — apresentou planos com maior ênfase nos aspectos técnicos do ResolVex, com descrições detalhadas do funcionamento do aplicativo, mas com menor articulação entre a ferramenta e os objetivos conceituais da aula. Esses professores, embora tenham identificado corretamente as habilidades da BNCC a serem desenvolvidas (CK), não explicitaram com clareza as estratégias de mediação que conduziriam os alunos da manipulação do aplicativo à formalização matemática (PCK e TPK). Conforme Hadas e Hershkowitz (2010), essa ênfase na dimensão técnica em detrimento da pedagógica constitui uma limitação frequente no uso de tecnologias no ensino de Geometria, reforçando a necessidade de formações continuadas que promovam a reflexão intencional sobre o para quê e o como usar a tecnologia.

Todos os participantes, contudo, mobilizaram o domínio TCK ao selecionar o ResolVex como ferramenta pertinente para o ensino do cálculo de áreas: reconheceram que o aplicativo permite visualizar as relações entre as figuras compostas em Tangram e suas respectivas áreas de forma dinâmica, o que dificilmente seria alcançado com recursos tradicionais. Essa evidência confirma o potencial do ResolVex como ferramenta para o desenvolvimento do TCK docente, corroborando os achados de Alves e Santos (2024).

A Tabela 1 sintetiza as potencialidades e limitações do RED ResolVex identificadas pelos participantes durante a formação continuada, organizadas a partir das discussões coletivas realizadas no segundo dia da formação.

**Tabela 1** – Potencialidades e limitações do RED ResolVex identificadas pelos professores participantes

Potencialidades	Limitações
Aplicativo gratuito e disponível para todos os sistemas operacionais	Dependência de dispositivos eletrônicos e acesso à internet
Uso online e offline, proporcionando flexibilidade	Restrição a smartphones, limitando uso em laboratórios de informática
Abordagem gamificada que favorece o engajamento dos alunos	Ausência de contextualização com situações da vida cotidiana
Feedback imediato dos acertos e erros	Limita a autonomia criativa dos estudantes (figuras pré-determinadas)
Visualização dinâmica das figuras planas compostas em Tangram	Não é inclusivo para alunos com necessidades educacionais especiais
Alinhado às competências e habilidades da BNCC	Conteúdo restrito a área e volume; sem outros campos matemáticos
Adaptável a diferentes níveis de aprendizagem (três níveis)	Risco de uso excessivo gerando dependência do aplicativo

**Fonte:** elaboração própria com base nos dados da pesquisa (2024).

#### 4.3 O Desenvolvimento do TPACK ao Longo da Formação

Os resultados evidenciaram que o TPACK dos participantes evoluiu progressivamente ao longo da formação continuada, embora em ritmos diferenciados. Essa constatação está em consonância com os estudos de Niess et al. (2009) e Tatar, Aldemir e Niess (2018), que

identificaram que o desenvolvimento do TPACK não ocorre de forma linear ou uniforme, mas por meio de processos graduais de integração e refinamento dos três domínios de conhecimento.

Um dos aspectos mais significativos da formação foi a mudança nas concepções dos professores sobre o papel das tecnologias digitais no ensino da Matemática. No início da formação, a maioria dos participantes demonstrava uma postura de certa resistência ou ceticismo em relação à incorporação de aplicativos nas aulas — atitude frequentemente associada à insegurança com o domínio técnico da ferramenta (TK). À medida que interagiam com o ResolVex e avançavam nas discussões coletivas, essa postura foi progressivamente substituída por uma visão mais aberta e reflexiva, alinhada ao que Angeli e Valanides (2009) denominam TPACK transformador: uma concepção de tecnologia não como fim em si mesma, mas como mediadora de processos de construção do conhecimento matemático.

A análise das entrevistas individuais realizadas ao final da formação revelou que todos os professores reconheceram o potencial do ResolVex para motivar os alunos e facilitar a compreensão das relações entre as figuras planas e seus respectivos cálculos de área. P1 destacou que "o aplicativo torna o aprendizado mais visual e atraente para os alunos, especialmente aqueles que têm dificuldades com representações abstratas". P5 apontou que "usar o ResolVex me fez pensar diferente sobre como apresentar o conteúdo de áreas — não como uma lista de fórmulas, mas como um problema a ser investigado". Essas falas evidenciam uma evolução qualitativa na compreensão pedagógica dos professores, coerente com o desenvolvimento do TPACK ao longo de experiências formativas contextualizadas, como propõem Darling-Hammond e Richardson (2009).

Por outro lado, as estratégias de ensino propostas nos planos de aula ainda apresentaram, em sua maioria, um caráter mais procedimental do que investigativo — o que sugere que uma formação de dois dias, embora significativa para promover mudanças conceituais, não é suficiente para consolidar plenamente as dimensões mais sofisticadas do TPACK. Niess e Gillow-Wiles (2017) argumentam que o desenvolvimento pleno do TPACK requer experiências formativas longitudinais, colaborativas e ancoradas na prática real de sala de aula — perspectiva que aponta para a necessidade de programas de formação continuada mais extensos e sistemáticos nas redes municipais de ensino.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou a mobilização do TPACK por seis professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental durante uma formação continuada com o RED ResolVex, voltada para o ensino do cálculo da área das figuras planas. Os resultados evidenciaram que todos os participantes demonstraram os domínios do TPACK em seus planejamentos, ainda que em diferentes graus de integração e sofisticação. O domínio tecnológico (TK) foi o que apresentou menor pontuação no diagnóstico inicial e maior evolução ao longo da formação, confirmando que experiências formativas contextualizadas são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento tecnológico docente.

A formação continuada revelou-se um espaço privilegiado para a reflexão, a experimentação e a reconstrução das práticas pedagógicas, em consonância com os princípios defendidos por Darling-Hammond e Richardson (2009) e Nóvoa (2009). O RED ResolVex demonstrou pertinência pedagógica para o ensino de Geometria, particularmente por suas características de gamificação, feedback imediato e visualização dinâmica das figuras planas compostas — atributos que favorecem tanto o engajamento dos alunos quanto o desenvolvimento do TCK docente.

As limitações do estudo remetem ao número reduzido de participantes, ao contexto singular em que a pesquisa foi desenvolvida e à brevidade da formação — dois dias — que, embora tenha produzido mudanças conceituais relevantes, não foi suficiente para consolidar plenamente as dimensões mais sofisticadas do TPACK. Para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos longitudinais que acompanhem a evolução do TPACK docente ao longo de programas de formação continuada mais extensos, bem como investigações que articulem o desenvolvimento do TPACK com os resultados de aprendizagem dos alunos. Recomenda-se ainda a replicação do estudo em outras redes e contextos, para ampliar a compreensão sobre como diferentes fatores — culturais, institucionais e individuais — afetam o desenvolvimento do TPACK de professores de Matemática no Brasil.

Por fim, os achados desta pesquisa reforçam a importância de políticas públicas de formação docente que invistam na articulação entre teoria e prática, na colaboração entre professores e pesquisadores, e na disponibilização de recursos educacionais digitais de qualidade, alinhados às demandas curriculares da Educação Básica. O RED ResolVex constitui um exemplo de recurso com potencial para contribuir nessa direção — desde que sua utilização

seja orientada por uma formação docente sólida, reflexiva e fundamentada em referenciais teóricos como o TPACK.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. L. N.; SANTOS, E. M. RED RESOLVEX: Uma Formação para os Futuros Professores de Matemática. *Revista Amazônida*, v. 9, p. 1-16, 2024.

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p. 154-168, 2009.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. 7. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

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

BATTISTA, M. T. The development of geometric and spatial thinking. In: LESTER, F. K. (Ed.). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte: Information Age Publishing, 2007.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

DARLING-HAMMOND, L.; RICHARDSON, N. Teacher learning: What matters? *Educational Leadership*, v. 66, n. 5, p. 46-53, 2009.

HADAS, N.; HERSHKOWITZ, R. Dynamic technologies and geometry education: The issue of proof. *ZDM Mathematics Education*, v. 42, p. 705-719, 2010.

HARRIS, J. B.; GRANDGENETT, N.; HOFER, M. Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric. In: ANNUAL MEETING OF SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION, 2010, San Diego. *Proceedings...* San Diego: SITE, 2010. p. 3833-3840.

HARRIS, J. B.; HOFER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in action: a descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 43, n. 3, p. 211-229, 2011.

HEGEDUS, S.; ROSCHELLE, J. Teacher orchestration of technology-enabled lessons. *Journal of Mathematical Behavior*, v. 32, p. 409-424, 2013.

IMBERNÓN, F. *Formação e desenvolvimento profissional de professores: estratégias de melhoria da prática educativa*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

JONES, K. Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software. *Educational Studies in Mathematics*, v. 44, p. 55-85, 2000.

KENSKI, V. M. *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação*. 10. ed. Campinas: Papirus, 2018.

LEUNG, A. Exploring techno-pedagogic task design in the mathematics classroom. In: LEUNG, A.; BACCAGLINI-FRANK, A. (Ed.). *Digital technologies in designing mathematics education tasks: Potential and pitfalls*. Cham: Springer, 2017. p. 3-16.

LORENZATO, S. *Ensino de geometria: uma abordagem crítica e reflexiva*. São Paulo: Cortez, 2006.

MACKEY, A.; GASS, S. M. *Second language research: methodology and design*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MORAN, J. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 2015.

NIESS, M. L. Central component descriptors for levels of technological pedagogical content knowledge. *Educational Computing Research*, v. 48, n. 2, p. 173-198, 2013.

NIESS, M. L.; GILLOW-WILES, H. Expanding teachers' technological pedagogical reasoning with a systems pedagogical approach. *Australasian Journal of Educational Technology*, v. 33, n. 3, p. 77-95, 2017.

NIESS, M. L. et al. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009.

NÓVOA, A. Para uma formação de professores construída dentro da profissão. *Revista de Educación*, n. 350, p. 17-31, 2009.

OLIVEIRA, M. C. Plano de aula: ferramenta pedagógica da prática docente. *Pergaminho*, n. 2, p. 121-129, 2011.

PERRENOUD, P. *Construir competências desde a escola*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RAMOS, J. L.; TEODORO, V. D.; FERREIRA, F. M. Recursos educativos digitais: reflexões sobre a prática. *Cadernos SACAUSEF*, n. 7, p. 11-34, 2011.

ROLANDO, L. G. R. Um exame de percepção de professores de Biologia acerca de suas bases de conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo. 2017. 162 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

TATAR, E.; ALDEMIR, R.; NIESS, M. Teaching geometry in the 21st century: investigating teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge levels. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, v. 37, n. 2, p. 111-129, 2018.

VALENTE, J. A. *Tecnologias Digitais e a Reconfiguração do Espaço Pedagógico*. São Paulo: Cortez, 2019.