

Transformações tecnológicas no ensino de matemática: um estudo sobre as multífaces do desenvolvimento do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo

Technological transformations in mathematics teaching: a study on the development of technological pedagogical content knowledge

Transformaciones tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas: un estudio sobre las multifacéticas del desarrollo del conocimiento tecnológico pedagógico y de contenido

Transformations technologiques dans l'enseignement des mathématiques : une étude sur les multifacettes du développement des connaissances du contenu pédagogique technologique

Lya Raquel Oliveira dos Santos¹
Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Doutora em Educação
<https://orcid.org/0000-0001-6771-0670>

Lana Thaís Santos Silva²
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0001-7971-4265>

Mayara de Miranda Santos³
Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Mestre em Educação
<https://orcid.org/0000-0002-6850-3881>

Resumo

Diferentes estudos têm evidenciado como o encontro da linguagem matemática formal e as tecnologias digitais influenciam e transformam a produção de formas de ensinar a disciplina. Entendendo a relevância da Tecnologia Digital (TD) na educação, esta pesquisa tem como objetivo analisar como o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge* – TPACK) é desenvolvido por professores que atuam na Educação Básica, bem como suas influências nos processos de ensino e aprendizagem de matemática. Decidiu-se realizar a análise do *corpus* composto por dez artigos científicos publicados entre 2019 e 2023 pertencentes a uma pesquisa mais ampla coordenada por pesquisadores vinculados ao GT 07 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (Sbem) que explanavam aspectos relacionados a TD. Trata-se, portanto de uma pesquisa qualitativa de

¹ lyaraquel@ufpi.edu.br

² lanathais167@gmail.com

³ mayara.santos@ifpi.edu.br

caráter descritivo. Os dados apontam para o reconhecimento do TPACK nos artigos como uma estrutura conceitual que permite compreender como os professores integram a tecnologia nos cenários de ensino da matemática e impulsionam a ação docente para se adaptar às demandas da sociedade e promover a aprendizagem dos estudantes.

Palavras-chave: Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo, Educação básica, Ensino de matemática.

Abstract

Different studies have shown how the meeting of formal mathematical language and digital technologies influence and transform the production of teaching and learning processes in the subject. Understanding the relevance of Digital Technology (DT) in education, this research aims to analyze how Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) is developed by teachers who work in Basic Education, as well as its influences on teaching processes and learning mathematics. It was decided to analyze the corpus made up of ten scientific articles published between 2019 and 2023 belonging to broader research coordinated by researchers linked to GT 07 of the Brazilian Society of Mathematics Education (Sbem) that explained aspects related to DT. This is, therefore, qualitative research of a descriptive nature. The data point to the recognition of TPACK in the articles as a conceptual structure that allows understanding how teachers integrate technology into mathematics teaching and learning scenarios and boost teaching action to adapt to the demands of society and promote student learning.

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge, Basic education, Mathematics teaching.

Resumen

Diferentes estudios han demostrado cómo el encuentro del lenguaje matemático formal y las tecnologías digitales influyen y transforman la producción de procesos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura. Entendiendo la relevancia de la Tecnología Digital (DT) en la educación, esta investigación tiene como objetivo analizar cómo el Conocimiento Tecnológico Pedagógico de los Contenidos (TPACK) es desarrollado por los docentes que actúan en la Educación Básica, así como sus influencias en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se decidió analizar el corpus compuesto por diez artículos científicos publicados entre 2019 y 2023 pertenecientes a una investigación más amplia coordinada por investigadores vinculados al GT 07 de la Sociedad Brasileña de Educación Matemática (Sbem) que explicaron

aspectos relacionados con la DT. Se trata, por tanto, de una investigación cualitativa de carácter descriptivo. Los datos apuntan al reconocimiento del TPACK en los artículos como una estructura conceptual que permite comprender cómo los profesores integran la tecnología en los escenarios de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas e impulsan la acción docente para adaptarse a las demandas de la sociedad y promover el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y sobre los contenidos, Educación básica, Enseñanza de matemáticas.

Résumé

Différentes études ont montré comment la rencontre du langage mathématique formel et des technologies numériques influence et transforme la production des processus d'enseignement et d'apprentissage dans la matière. Comprenant la pertinence de la technologie numérique (DT) dans l'éducation, cette recherche vise à analyser comment les connaissances du contenu pédagogique technologique (TPACK) sont développées par les enseignants qui travaillent dans l'éducation de base, ainsi que ses influences sur les processus d'enseignement. et apprendre les mathématiques. Il a été décidé d'analyser le corpus composé de dix articles scientifiques publiés entre 2019 et 2023 appartenant à une recherche plus large coordonnée par des chercheurs liés au GT 07 de la Société brésilienne d'enseignement des mathématiques (Sbem) qui expliquait les aspects liés à l'ED. Il s'agit donc d'une recherche qualitative à caractère descriptif. Les données soulignent la reconnaissance de TPACK dans les articles comme une structure conceptuelle qui permet de comprendre comment les enseignants intègrent la technologie dans les scénarios d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques et de stimuler l'action pédagogique pour s'adapter aux demandes de la société et promouvoir l'apprentissage des élèves.

Mots-clés : Connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires, Éducation de base, Enseignement des mathématiques.

Transformações Tecnológicas no Ensino de Matemática: um Estudo sobre as Multifaces do Desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

O avanço tecnológico das últimas décadas implicou na inserção das TD em vários ambientes, inclusive o escolar. Pesquisas têm destacado a importância da integração da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem (Sousa; Moita & Carvalho, 2011; Cunha & Javaroni, 2020). Dessa forma, se faz necessário que os professores busquem se adequar aos novos conhecimentos, às novas ferramentas tecnológicas e suas abordagens, a fim de atender às demandas de uma geração de estudantes imersa na cultura digital (Sousa; Moita & Carvalho, 2011; Colling & Richit, 2019).

Esta necessidade não se resume apenas à aquisição de habilidades técnicas, mas sim, à compreensão de como usá-las pedagogicamente, tendo consciência do processo que envolve a combinação de conhecimento técnico, além de conhecimento sobre como ensinar e as habilidades para adaptar a tecnologia ao contexto do conteúdo específico. Koehler e Mishra, por exemplo, ressaltam que “o conhecimento dos professores sobre a tecnologia é importante, mas não separado e desvinculado dos contextos de ensino” (Koehler & Mishra, 2005a, p. 132, tradução nossa).

Para o desenvolvimento de tais habilidades é essencial que haja uma reflexão acerca de conhecimentos necessários à docência. Autores como Mishra e Koehler (2006), apoiados nas ideias de Shulman (1986), destacam a importância do construto teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge* – TPACK⁴) para a integração das TD nas práticas docentes. As TD são direcionadas por esses autores como um conhecimento essencial e que estende a ideia de Shulman de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo para o domínio da tecnologia.

A teoria enfatiza que o uso das tecnologias deve ser sustentado por uma densa compreensão de como elas podem se articular no processo de ensino e aprendizagem, no caso da Matemática, essa articulação pode oferecer possibilidades de explorar conceitos, desenvolver raciocínios e construir alternativas de resolução de problemas. Além disso, esse estudo buscou analisar como as interações do conhecimento pedagógico, tecnológico e do conteúdo podem influenciar a construção de práticas sustentadas teoricamente, promovendo

⁴ Originalmente nomeada de TPCK, a sigla popularizada por Koehler e Mishra (2005b) foi modificada para TPACK por causa da facilidade de pronúncia enfatizada por alguns membros da comunidade de pesquisa (Thompson, 2008).

assim, uma abordagem que vá além do uso instrumental da tecnologia para integrá-la como elemento epistemológico e didático.

Nesse sentido, esta pesquisa analisou como essa teoria tem sido aplicada na formação e na prática de professores da Educação Básica, conforme relatado nos artigos que compõem o corpus do estudo. Com isso, pretende-se compreender de maneira mais profunda como o TPACK é desenvolvido e de que forma influencia os processos de ensino e aprendizagem da disciplina. Tal análise não apenas contribui para a ampliação do debate teórico, mas também fornece elementos para subsidiar a formação inicial e continuada de professores, tendo em vista as potencialidades e os desafios enfrentados no contexto educacional.

Ressaltamos que esse estudo foi motivado por discussões e levantamentos de uma pesquisa⁵ mais ampla desenvolvida por 14 membros do Grupo de Trabalho GT 07 - Formação de Professores que Ensinam Matemática, da Sbem, no que tange as pesquisas realizadas e publicadas em revistas na área de Educação Matemática, especialmente com trabalhos focados no Ensino de Matemática com direcionamentos de atividades relacionadas aos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. Sendo assim, destacamos que o corpus que iremos analisar trata-se de um recorte desta investigação.

Na próxima seção, apresentamos o TPACK.

Sobre o TPACK

O Conselho Nacional de Educação (CNE) instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior (Brasil, 2002), que orientou que as TD fossem inseridas nos projetos dos cursos de formação inicial de professores. Como profissional atuante da Educação Básica, é importante que o professor seja formado para saber utilizar as TD em sua rotina de trabalho.

A base de conhecimentos para o ensino elaborada por Shulman (1986, 1987) foi construída considerando também a especificidade da disciplina. Para ele, o conhecimento de conteúdo é construído pelo aprendiz por meio de estratégias pedagógicas e métodos de ensino e aprendizagem utilizados pelo professor: é o conhecimento pedagógico do conteúdo. Assim, o conhecimento do professor foi organizado em categorias que deveria incluir, no mínimo: Conhecimento do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico Geral, Conhecimento do Currículo, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK), Conhecimento dos Alunos e de suas Características, Conhecimento de Contextos Educacionais

⁵ Sob a coordenação das professoras Dr.^a Flávia Cristina de Macêdo Santana, Dr.^a Roberta D'Angela Menduni-Bortoloti e pelo professor Dr. Victor Giraldo.

e Conhecimento dos Fins, Propósitos e Valores da Educação e de sua Base Histórica e Filosófica. Mas o autor destaca que o PCK é a categoria mais importante.

Segundo Mizukami (2004), o PCK é um conhecimento desenvolvido pelo professor, de sua autoria, aprendido no exercício profissional, mas sem dispensar os outros tipos de conhecimento. Esse conhecimento de conteúdo especializado do docente envolve “[...] diferentes tipos de conhecimentos, incluindo conhecimento específico, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular” (Mizukami, 2004, p. 37).

Koehler e Mishra (2005a) integraram à base de conhecimentos para o ensino de Shulman o conhecimento tecnológico gerando o TPACK. Assim, o TPACK enfatiza as conexões existentes entre tecnologias, abordagens pedagógicas e conteúdos curriculares. Essa conexão é valiosa. Segundo Mazon (2012, p.20), antes da constituição do TPACK, “Com relação a esses três saberes (do conteúdo, pedagógico e tecnológico), o que ocorria era uma análise dos mesmos de forma isolada.” Vejamos o conceito de cada um dos três conhecimentos (Figura 1) primeiro isoladamente, posteriormente, o conceito das interações dois a dois (Figura 2, 3 e 4) e a conexão dos três (Figura 5)⁶.

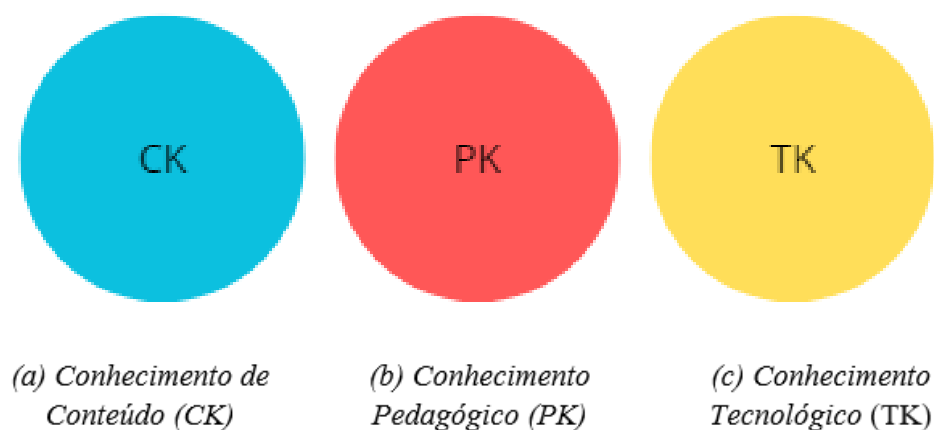


Figura 1.

Representação dos três conhecimentos que compõem o TPACK isoladamente

Sobre o CK, representado na Figura 1(a), Mishra e Koehler (2006, p. 1026) afirmam que ele “[...] é o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido”. Mas vai além. É preciso considerar o conhecimento de conceitos utilizados na disciplina, os métodos e os procedimentos dentro de um determinado campo, assim como os principais fatos, as ideias e

⁶ Todas as figuras deste trabalho foram confeccionadas no Canvas.

teorias, estruturas organizacionais, evidências, provas, práticas estabelecidas e abordagens para o desenvolvimento daquele assunto (Mishra & Koehler, 2006).

A Figura 1(b) representa o PK que se refere aos processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem e como se envolvem, em geral, com propósitos educacionais, valores e objetivos. Ele contempla todas as questões de aprendizagem e avaliação dos alunos, gestão da sala de aula e desenvolvimento de plano de aula. Ou seja, ele requer do professor uma compreensão das capacidades cognitivas, sociais e das teorias de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos estudantes na sala de aula (Mishra & Koehler, 2006).

O TK, representado na Figura 1(c), é o conhecimento sobre as tecnologias anteriores, como livros e Tabela, e tecnologias mais avançadas, como a Internet e o vídeo digital, o que também envolve as habilidades necessárias para operar essas tecnologias. Como a tecnologia muda continuamente, a natureza do TK também precisa mudar com o tempo. A capacidade de aprender e se adaptar a novas tecnologias, não importando o que sejam as novas tecnologias específicas, ainda será importante (Mishra & Koehler, 2006).

Analisando as interações aos pares entre os conhecimentos, iniciemos com o PCK que é compatível com o conceito de Shulman para Mishra e Koehler (2006): PCK está preocupado com a representação e formulação de conceitos, técnicas pedagógicas, o conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender, o entendimento do saber prévio dos alunos, e das teorias da epistemologia. Ainda inclui o conhecimento que os alunos trazem para a situação de aprendizagem, o conhecimento que pode ser facilitador ou disfuncional para aprendizagem de tarefa manual (Mishra & Koehler, 2006, p. 1027). Ele está representado na Figura 2 onde a interação entre as cores representativas do CK e do PK geram uma nova cor, o PCK.



Figura 2.

Representação da interação do par CK e PK compondo o PCK

O Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (*Technological Pedagogical Knowledge – TPK*) é definido como a compreensão de qual é a melhor forma de o professor utilizar

determinadas tecnologias para desenvolver os procedimentos de ensino e aprendizagem. Refere-se ao conhecimento da existência de diversos componentes e recursos tecnológicos e como eles podem ser utilizados no cenário de ensino e aprendizagem, tendo consciência de como o ensino pode mudar como resultado do uso de tecnologias específicas (Mishra & Koehler, 2006).

Harris, Mishra e Koehler (2009) destacam o fato de que realizar atividades de aprendizagem baseadas em tecnologias como *PowerPoint* e projetor apenas para apresentar o conteúdo não são considerados TPK. Afinal, segundo Mazon (2012), o TPK faz referência à capacidade docente de utilizar criticamente os recursos tecnológicos em um contexto pedagógico. O TPK está representado na Figura 3, onde a interação entre as cores representativas do TK e do PK geram uma nova cor, o TPK.

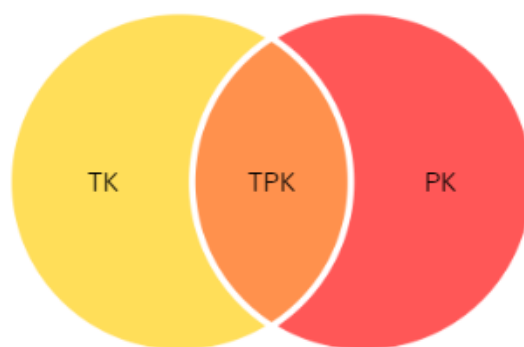


Figura 3.

Representação da interação do par TK e PK compondo o TPK

O Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (*Technological Content Knowledge – TCK*) é a relação do conteúdo com a tecnologia, inclui a compreensão sobre a maneira pela qual a tecnologia e conteúdo estão relacionados reciprocamente. Para Mishra e Koehler (2006), mesmo que a tecnologia restrinja os possíveis tipos de representações, novas tecnologias podem proporcionar novas representações mais variadas e maior flexibilidade na navegação entre essas representações. Além disso, segundo os autores, com a utilização de uma tecnologia, existe a possibilidade de mudar a natureza da aprendizagem de um conceito, o qual, sem o uso dessa tecnologia, seria mais difícil ao aprendiz entender.

Como concluiu Mazon (2012), faz parte do TCK o professor saber selecionar as tecnologias mais adequadas ao conteúdo a ser ensinado, pois o ele é a relação do conteúdo com a tecnologia. Então, o professor precisa conhecer como os estudantes podem aprender por meio

de diferentes ferramentas, adequadas àquele conteúdo. O TCK está representado na Figura 4, onde a interação entre as cores representativas do CK e do TK geram uma nova cor, o TCK.

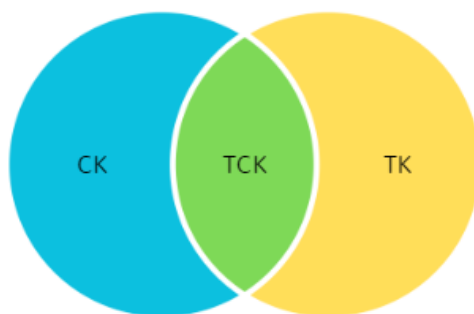


Figura 4.

Representação da interação do par CK e TK compondo o TCK

Finalmente, a interação do trio de conhecimentos gera o TPACK que é uma forma emergente de conhecimento que vai além das interações dos três componentes (conteúdo, pedagogia e tecnologia) explicadas anteriormente. Mas também há um contexto em questão (parte cinza claro da Figura 5).

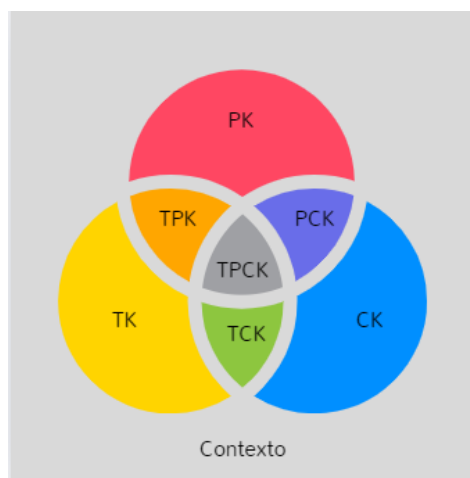


Figura 5.

Representação da interação do trio TK, PK e CK em um contexto, compondo o TPACK

Mishra e Koehler (2006) definem o TPACK como sendo o conhecimento necessário ao professor para decidir como utilizar a tecnologia para o ensino de qualidade do conteúdo, usando suas bases de maneira integrada e observando suas relações complexas. Segundo os autores, ele é a base de um bom ensino com a tecnologia, e para tanto, requer uma compreensão da representação de conceitos através do uso de tecnologias, técnicas pedagógicas que se utilizam das tecnologias de maneira construtiva para ensinar o conteúdo, conhecimento a

respeito do conhecimento prévio dos alunos e das teorias da epistemologia, conhecimento sobre o que fazer com conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas enfrentados pelos alunos, e, por fim, conhecimento de como as tecnologias podem ser utilizadas para construir sobre os conhecimentos já existentes e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas.

Para conseguir ensinar com qualidade, segundo os autores, o professor precisa desenvolver uma compreensão diferenciada das relações complexas entre tecnologia, conteúdo e pedagogia, e conseguir usar esse entendimento para desenvolver estratégias específicas e apropriadas para cada contexto e representação. As três questões não podem ser consideradas de forma isolada, mas dentro das relações do sistema definido pelos três elementos-chave, para que se atinja a integração da tecnologia produtiva no ensino. O objetivo maior do TPACK é a articular os três saberes que formam a base para sua estruturação dentro do contexto existente.

Optamos pelo modelo desenvolvido por Mishra e Koehler (2006) para analisar os materiais, pois os conceitos que compõem o TPACK podem contribuir para o enfrentamento do desafio de aproximar a educação e a tecnologia, além de orientar a pesquisa referente à utilização das TD pelos professores.

Na próxima seção, apresentamos como o *corpus* da pesquisa foi construído.

Método

Neste artigo, apresentamos um recorte de uma pesquisa realizada por membros da área de Educação Matemática vinculados ao GT 07 - Formação de Professores que Ensinam Matemática, da Sbem. Esses pesquisadores estão envolvidos em uma produção maior, que tem por objetivo construir um panorama dos referenciais teóricos mais usados em trabalhos de pesquisa nacionais recentes com foco na Matemática (saberes, conhecimentos), mobilizada e produzida por professoras e professores que ensinam matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Os materiais da pesquisa, referência do nosso estudo, foi constituída por 63 artigos científicos registrados em periódicos Educação Matemática Pesquisa (EMP), Revista de Ensino de Ciências e Matemática (Acta Scientiae), Perspectivas da Educação Matemática (PEM), Zetetiké, Boletim de Educação Matemática (Bolema), Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (RIPEM), Educação Matemática em Revista (EMR) publicados entre 2019 e 2023. Essa base utilizou como referência produções de excelência internacional (Qualis A1/Capes) que por análise de título, resumo e palavras-chave atendessem os seguintes critérios para inclusão e exclusão:

Tabela 1

Critérios para seleção do corpus

Critério 1	Os artigos devem ter foco no ensino (e não exclusivamente na aprendizagem por parte de estudantes da escola básica).
Critério 2	Os artigos devem ter como tema de pesquisa ou como (futuros) sujeitos-professores que lecionam nos anos finais do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio.
Critério 3	Os artigos devem abordar, de alguma forma, conhecimentos/saberes de conteúdo matemático para o ensino (com suas diferentes denominações, dependendo do referencial teórico).

A partir desse *corpus* da pesquisa mais ampla, atendendo ao objetivo desse trabalho, buscamos artigos científicos que discorressem sobre TD, para constituir o *corpus* a ser analisado: observamos se o título, resumo, palavras-chave e os objetivos tinham palavras relacionadas às TD como tecnologia, tecnologias digitais, aulas remotas, *softwares*, *geogebra*.

No Tabela 2, apresentamos os dez trabalhos que estavam alinhados ao nosso objeto de estudo. Trata-se, portanto de uma pesquisa qualitativa, considerando que os estudos dessa natureza nos possibilitam interpretar e compreender fenômenos e atribuição de significados (Prodanov & Freitas, 2013).

Tabela 2

Trabalhos selecionados para compor o corpus desse estudo

Revista	Autores	Ano	Título do Artigo
Bolema	Aparecida Santana de Souza Chiari Marcelo de Carvalho Borba Daise Lago Pereira Souto	2019	A Teoria da Atividade na Produção de Material Didático Digital Interativo de Matemática
	Juan Luis Prieto G. José Ortiz Buitrago	2019	Saberes necesarios para la gestión del trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra
	Bruna Maria Vieira Gonçalves Francisco José de Lima	2020	Aprendizagem Docente e Desenvolvimento de Estratégias Metodológicas no Contexto do PIBID: reflexões sobre o GeoGebra como recurso para o ensino de funções
EMP	Adriana Richit Juliane Colling	2019	Conhecimentos Pedagógico, Tecnológico e do Conteúdo na Formação Inicial do Professor de Matemática
	Fernando Oliveira Garcia Caroline Subirá Pereira Antônio Carlos Frasson Virginia Ostroski Salles	2020	Tecnologias móveis na formação inicial do professor de matemática
	Carolina Cordeiro Batista Rosa Monteiro Paulo	2022	“Eu não vi isso na aula!”: dar-se conta de si na discussão do estudo de aula

Acta	Fábio Henrique Patriarca Nielce Meneguelo Lobo da Costa Samira Fayez Kfour da Silva	2019	The Continuing Distance Education Program M@tmídias: Contributions to the teaching of trigonometry
PEM	Sandro Ricardo Pinto da Silva Sueli Liberatti Javaroni	2020	O Vídeo Didático: algumas percepções da prática docente inseridas entre a matemática acadêmica e a matemática escolar
Zetetiké	Jéssica Adriane de Mello Marcus Vinicius de Azevedo Basso	2023	Formação de professores e criatividade: uma experiência com licenciandos de matemática
EMR	Salete Maria Chalub Bandeira Eliete Lima	2022	Aprendizagem virtual durante a pandemia: aprendendo a ensinar geometria com o GeoGebra

Considerando as revistas elencadas no segundo parágrafo desta seção, ressaltamos que nenhum artigo da RIPEM satisfaz os critérios de inclusão nesta pesquisa.

A partir da leitura desses artigos analisamos as abordagens relacionadas ao desenvolvimento do TPACK desenvolvido por professores que atuam na Educação Básica. Buscamos identificar aproximações e divergências teóricas, assim como a transformação ocorrida na produção do processo de ensinar dos professores de Matemática usando TD presente no *corpus* deste trabalho. E é essa análise que descreveremos e discutiremos a seguir, logo após apresentar, de forma sucinta, o *corpus* da pesquisa.

Descrição dos artigos selecionados na pesquisa

Após identificar os artigos relacionados às TD, faremos uma breve apresentação e posterior análise de cada um a seguir.

Chiari, Borba e Souto (2019) fizeram um estudo de caso coletivo entre os alunos de Licenciatura em Matemática a distância matriculados em Álgebra Linear para discutir como a linguagem matemática formal, as TD, a *Internet*, os ambientes virtuais de aprendizagem e a interação entre participantes de cursos à distância podem influenciar e transformar a produção de conhecimento nessa disciplina. O referencial teórico de saberes/conhecimentos docente usado foi a Teoria da Atividade proposta por Engeström (1987, 2001).

E para analisar como a linguagem matemática formal, as TD, a *internet*, os ambientes virtuais de aprendizagem e as suas interações podem influenciar e transformar a produção de conhecimento em cursos à distância, Chiari, Borba e Souto (2019) utilizaram a construção teórica seres-humanos-com-mídias, que, segundo Borba e Villarreal (2005), enfatiza não só a produção coletiva de conhecimento, mas também o papel das mídias nessa produção. Este foi o único artigo desta pesquisa que culminou na produção de Material Didático Digital Interativo.

Prieto G. e Buitrago (2019) analisaram o saber necessário para gerenciar os processos de modelagem pelos quais passam os alunos do Club GeoGebra (um projeto voltado à formação de professores desenvolvido nas instituições de ensino secundário da Venezuela) ao elaborar simuladores. Os autores identificaram três saberes: saber analisar a inconsistência de uma construção, saber comunicar uma técnica de construção a outros e saber antecipar uma técnica antes de ser utilizada. O referencial teórico de saberes/conhecimento docente usado foi o de Tardif (2002).

O artigo de Colling e Richit (2019) traz no título o referencial teórico que usamos para analisar os artigos: TPACK de Mishra e Koehler. Ele aborda as perspectivas de uso das TD na formação inicial enfatizado na prática docente da Educação Básica. Além de analisar documentos curriculares de um Curso de Licenciatura em Matemática e os planos de ensino das diferentes disciplinas, as autoras aplicaram questionários e realizaram entrevistas com os participantes e identificaram quatro perspectivas de articulação das tecnologias aos conhecimentos do conteúdo e pedagógico no curso: Perspectiva associada ao desenvolvimento de estratégias e metodologias de ensino para a Educação Básica; Perspectiva associada ao desenvolvimento do conteúdo curricular da Educação Básica; Perspectiva associada ao desenvolvimento do conhecimento pedagógico para a docência na Educação Básica; e perspectiva associada ao papel motivador assumido pelas tecnologias.

Garcia, Pereira, Frasson e Salles (2020) enfatizaram a importância de investigar a utilização de aplicativos para dispositivos móveis nas práticas pedagógicas do profissional da Educação Matemática. Eles analisaram a percepção de acadêmicos do curso de licenciatura em matemática, quanto ao uso de tecnologias móveis para o ensino de funções. Foi identificado que a associação destes recursos de tecnologia promove melhoria na formação profissional, pois foi constatada a presença de saberes essenciais relacionados à profissão de professor. Os referenciais teóricos de saberes/conhecimento docente usado foram Tardif (2002), Shulman (1987) e Pimenta (1996).

As autoras Batista e Paulo (2022) escolheram um título que expressa o momento de estranheza do professor ao perceber a própria ação docente: “Eu não vi isso na aula!”. Elas explicitaram o modo pelo qual o professor compreende que voltar-se para a própria prática de ensinar com tecnologia favorece o dar-se conta do seu modo de ser professor. O referencial teórico de saberes/conhecimento docente usado foi Bicudo (2003).

O artigo escrito por Patriarca, Costa e Silva (2019) objetivou identificar as contribuições do uso de tecnologia para ensino de Trigonometria na formação de 600 professores de Matemática do Ensino Médio, atuantes em escolas públicas Estaduais de São Paulo. Os autores

também se fundamentaram no TPACK de Mishra e Koehler e nas ideias de Imbernón (2000; 2010) em relação à formação continuada. Seus resultados evidenciaram a construção de conhecimento do conteúdo matemático, do conhecimento pedagógico do conteúdo e do conhecimento tecnológico do conteúdo, sinalizando possibilidades para construção do TPACK dos participantes.

Silva e Javaroni (2020) investigaram como a Matemática é apresentada em um dos vídeos elaborados por licenciandos, discentes das disciplinas de Estágio Supervisionado, de um curso na modalidade a distância de Graduação em Matemática. No vídeo em questão a licencianda ensina como calcular raiz quadrada por subtração. Através de suas análises, os autores inferiram que existe uma relação entre a Matemática Acadêmica e a Matemática Escolar e que os estudantes utilizam vídeos como recursos didáticos e pedagógicos. O referencial teórico de saberes/conhecimento docente usado foi Pimenta e Lima (2012).

Mello e Basso (2023) buscaram compreender como a criatividade pode favorecer a construção de saberes docentes. Para tanto, eles analisaram os planos de ensino e os portfólios de quatro licenciandos que desenvolveram prática de ensino com estudantes de sextos e sétimos anos no contexto da pandemia COVID-19. O “ciclone da criação” proposto por Borges e Fagundes (2016) contribuiu para a análise de registros, assim como Piaget (1995). O estudo de caso indicou que a prática vivenciada pelo grupo aponta para um processo criativo relacionado com o processo de abstração reflexionante de Piaget (1995). Além disso, os autores concluíram que o processo de criação evidenciado é contínuo e pode ser ampliado e aperfeiçoado.

Lima e Bandeira (2022), a partir de uma formação ofertada aos sócios da Sbem, relataram a busca de aprimoramento profissional para ensinar geometria de forma remota aos estudantes. Elas usaram o referencial de Mishra e Koehler (2006) para analisar os dados e concluíram que foi possível aprender a manipular o aplicativo do *GeoGebra* (tanto no computador, como no *smartphone*) assim como planejar atividades de ensino de conceitos científicos com o grupo de professores.

Finalmente, Gonçalves e Lima (2020) discutiram a possibilidade de (re)elaboração do ensino de Matemática, mediante reflexão sobre os efeitos da formação inicial no desenvolvimento da prática docente do licenciando, por intermédio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). Os autores concluíram que o contexto do PIBID pode contribuir para a mobilização e apropriação de conhecimentos teóricos e práticos assim como indicam que o *software GeoGebra* pode cooperar para o desenvolvimento da aprendizagem de alunos da Escola Básica e favorecer o desenvolvimento profissional do futuro professor. Destacamos que neste artigo é citado o conhecimento pedagógico do conteúdo na

página 1072, entretanto, não é citado Shulman, ele cita apenas o trabalho desenvolvido por Errobidart e Rosa (2019).

Sobre os participantes das pesquisas em análise, identificamos nos artigos, além de professores da Educação Básica, professores do ensino superior, de outras áreas, em formação, assim como professores já formados (Tabela 3).

Tabela 3.

Característica profissional dos participantes dos artigos analisados

Participante	N.º Artigos
Professor do ensino superior	3
Professor de outras áreas	1
Professor em formação	6
Professor já formado	4
Professor sócio da Sbem	1

A soma da quantidade de artigos supera o total de dez porque alguns deles tiveram participantes em mais de uma categoria descrita na Tabela 3. A maior representação é de professores em formação (seis), talvez pela facilidade de contactar participantes para a pesquisa nas Instituições de Ensino Superior. Um dos artigos também teve a participação de um professor de outra área (Física), três deles envolveram professor do Ensino Superior. Em quatro artigos identificamos que os participantes eram professores já formados e um deles envolveu professores associados à SBEM que se inscreveram em um curso de formação, e neste caso, podem ser professores de matemática da Educação Básica até o ensino superior, essa informação não foi detalhada no artigo, portanto, reproduzimos tal como foi descrita no texto.

Vejamos agora o que foi identificado a respeito do TPACK nos artigos pesquisados.

Análise dos artigos: Explorando as multifaces do TPACK

Ao investigar as diversas abordagens relacionadas ao desenvolvimento do TPACK por professores que atuam ou atuarão na Educação Básica, encontramos diferentes desdobramentos que se intersectam nesse campo. São estudos que colocam em evidência como o encontro da linguagem matemática formal e as TD influenciam e transformam a produção dos processos de ensinar a disciplina, ou seja, o desenvolvimento da prática docente. Nesse conjunto de artigos são abordadas diferentes bases teóricas que convergem ao desenvolvimento de conhecimentos

direcionados ao aproveitamento do potencial das tecnologias na promoção do ensino de matemática.

O TPACK tem sido reconhecido como uma estrutura conceitual que contribui para entender como os professores integram efetivamente as TD no ensino de disciplinas, como a matemática. Nessa direção, a análise dos dados provenientes de diferentes estudos científicos evidenciou múltiplas faces, assim como diferentes fatores, como linguagem matemática formal, TD, utilização de *softwares*, produção de recursos educacionais digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, interação entre participantes de cursos à distância, e conhecimentos necessários para a gestão do trabalho matemático se entrelaçam na busca por diferentes formas de ensinar.

A eficácia, ou seja, o alcance associado como resultado a respeito da capacidade de alcançar os objetivos, da integração da tecnologia no ensino de matemática é evidenciada pelo uso do *software GeoGebra* para a construção de simuladores que ajudam os alunos a compreenderem conceitos abstratos e realizar experimentos virtuais. Os estudos de Pietro G. e Buitrago (2019), e Gonçalves e Lima (2020) destacam a importância da tecnologia como uma ferramenta que possibilita e impulsiona a compreensão dos conceitos matemáticos tornando-os mais acessíveis e evidentes para os alunos, sendo assim uma ferramenta facilitadora da aprendizagem.

Para exemplificar, citamos Gonçalves e Lima (2020, p. 1068-1069) que afirmaram que optaram pelo *software* por “sua dinamicidade, cuja finalidade principal era auxiliar na construção de gráficos e análise gráfica das funções, no intuito de compreender o seu comportamento, uma das dificuldades apresentadas pelos alunos no referido estudo”. Os autores também destacaram que a significação no processo de ensino e aprendizagem está na conscientização docente quanto ao seu uso e em um planejamento que defina os objetivos, direcionando-os às ações a serem desenvolvidas.

Nesse exemplo, observamos a interação existente entre o conteúdo (funções), a tecnologia de um *software* e um planejamento de aula definido em função da superação de dificuldades dos alunos na disciplina. Essa interação destaca as conexões entre tecnologias, abordagens pedagógicas e conteúdos curriculares específicos, exemplificando como esses três elementos podem se influenciar mutuamente para promover um ensino baseado em tecnologias educacionais (Harris; Mishra & Koehler, 2009).

A integração de tecnologias móveis na educação, como aplicativos, também desempenha um papel importante na prática docente. A percepção dos participantes sobre a melhoria da aprendizagem por meio de recursos tecnológicos ressalta a importância de adaptar as ações pedagógicas às necessidades dos alunos. Foi o que mostrou a pesquisa de Garcia,

Pereira, Frasson e Salles (2020) que analisou a percepção de acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática, quanto ao uso de tecnologias móveis para o ensino de funções. Ao impulsionar o aprendizado através da prática e de forma mais acessível, essas ferramentas facilitam a incorporação de métodos de ensino mais dinâmicos e envolventes.

Ao reconhecer a importância de uma abordagem centrada no aluno e permitir que os eles explorem e experimentem a tecnologia durante as aulas, os professores estão adotando uma postura mais flexível e inclusiva em relação ao processo de aprendizagem. Isso demonstra uma vertente importante do TPACK, que é o reconhecimento da existência de diversos componentes e recursos tecnológicos e, como eles podem ser utilizados no ensino e aprendizagem, sabendo como o ensino pode mudar como resultado do uso de tecnologias específicas (Harris; Mishra & Koehler, 2009).

Nessa direção, observou-se que os cursos online oferecidos para capacitar os professores no uso de tecnologias educacionais demonstram um compromisso contínuo com a busca por conhecimentos específicos para o ensino da matemática. Ao explorar diferentes objetos de aprendizagem multimídia e oferecer oportunidades de reflexão e aplicação prática, esses cursos ajudam os professores a fortalecer suas estratégias e a integrar recursos tecnológicos no currículo de matéria.

Outro exemplo da abordagem centrada no aluno é o estudo proposto por Batista e Paulo (2022) trouxe situações vividas por um grupo de professores de Matemática que assistiam vídeos com recortes de suas aulas, com trechos em que os alunos estavam usando um *software*, conversando com os colegas para definir estratégias de resolução da tarefa, realizando questionamentos e acessando a *internet*. Os autores apontam que ao analisarem as gravações, os professores entendiam que ser professor com tecnologia pode trazer um novo significado para os atos de ensinar e aprender.

Esse exemplo aponta para uma característica importante do TPACK, a disponibilidade por parte do professor, em termos da flexibilidade e fluência do conteúdo curricular, da pedagogia, da tecnologia e do contexto envolvido, em que cada um influencia diretamente o outro (Harris; Mishra & Koehler, 2009; Graham et. al, 2009; Graham, 2011; Harris & Hofer, 2011).

Outra face encontrada nos artigos foi a inovação na criação de recursos educacionais, como vídeos com personagens virtuais e animações em 3D, que reflete uma abordagem criativa e adaptativa ao ensino da matemática. Para Cibotto e Oliveira (2013, p. 8, grifo nosso), o TPACK “engloba o ensino de conteúdos curriculares utilizando técnicas pedagógicas que

utilizam adequadamente tecnologias para ensinar o conteúdo *de forma diferenciada* de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos”.

Nesta perspectiva, identificamos no trabalho de Mello e Basso (2023) que a criatividade, aliada à tecnologia, podem promover novas possibilidades de ensinar e aprender. Na pesquisa, os autores analisaram um estudo de caso em que licenciandos em matemática criaram uma personagem, professora virtual, que tinha idade similar a dos estudantes e que procurava explorar recursos visuais, utilizando ferramentas como o Canva e jogos interativos. Ao explorar novas formas de apresentar conceitos matemáticos, o texto aponta para outras possibilidades de ensino da matemática, por meio do uso pedagógico da tecnologia.

Durante a análise, ficou evidente que o TPACK tem sido desenvolvido tanto nos processos de formação inicial quanto na formação continuada, bem como na modalidade presencial e à distância. Entretanto, alguns trabalhos se aprofundam na exploração de conhecimentos tecnológicos, se distanciando da produção de um conhecimento específico para o ensino da matemática.

Caminhando em direção às influências do TPACK nos processos de ensino e aprendizagem da matemática, notou-se que este permite aos educadores identificar, compreender e buscar possibilidades de superar os desafios que surgem ao ensinar a disciplina em diferentes contextos. Nessa direção, encontramos educadores que desenvolveram estratégias criativas e inovadoras para integrar a tecnologia de forma exitosa. Isso incluiu a seleção e justificação de *softwares* que oferecem recursos dinâmicos para abordar conceitos matemáticos complexos de maneira visual e interativa.

O contexto escolar também foi considerado nos artigos. Por exemplo, Gonçalves e Lima (2020) afirmam ser importante considerar o contexto escolar, pois eles identificaram que uma das dificuldades enfrentadas pelos participantes, bolsistas do Pibid, ao propor aulas com a utilização de recursos computacionais, residia na precariedade dos laboratórios de informática das Escolas da Educação Básicas com poucos computadores em bom estado de uso e quase sempre sem acesso à *internet*.

Uma forma de evitar esse problema enfatizado por Gonçalves e Lima (2020, p. 1070) reside na importância de conhecer o contexto escolar antecipadamente, pois “[...] situações como essa devem despertar no bolsista o cuidado de verificar, com antecedência, os recursos disponíveis, visto que esses episódios já são esperados. Ainda assim, [...] tal fato provoca frustração e certo desequilíbrio no planejamento das atividades.”. Entretanto, os bolsistas do Pibid encontraram uma forma de resolver o problema: “levar o material pronto, apresentá-lo

para os alunos com auxílio de *datashow*, de modo que os educandos pudessem *analisá-lo e formular ideias*” (Gonçalves & Lima, 2020, p. 1071, grifo nosso).

Além disso, os professores também exploraram outras ferramentas digitais, ou seja, recursos tecnológicos, por exemplo, planilha eletrônica Excel, programas como *Geogebra*, *big data* e inteligência artificial e aplicativos móveis, aproveitando seu potencial para tornar o ensino mais próximo aos estudantes. Isso envolve não apenas a familiarização com as funcionalidades das ferramentas digitais, mas também a reflexão sobre como elas podem ser utilizadas de maneira a promover a aprendizagem dos estudantes. Por exemplo, a produção de materiais didáticos digitais interativos envolve os alunos no processo de aprendizagem, aumentando seu engajamento e proporcionando uma experiência mais significativa.

Consideramos que o TPACK promoveu o desenvolvimento de uma cultura de reflexão contínua entre os educadores, incentivando-os a compartilhar experiências, identificar desafios e buscar soluções colaborativas. Essa circunstância possibilita o enfrentamento das limitações estruturais e adaptam as práticas às necessidades reais dos alunos e às condições do ambiente escolar.

Considerações Finais

Este estudo buscou analisar como o TPACK é desenvolvido por professores que atuam na Educação Básica bem como suas influências nos processos de ensino e aprendizagem de matemática. Ao discutir os dados provenientes de diversos estudos científicos, foi possível identificar uma série de abordagens e desdobramentos que se interconectam nesse campo que consideramos multifacetado.

Os dados apontam para o reconhecimento do TPACK como uma estrutura conceitual que permite compreender como os professores integram a tecnologia nos cenários de ensino e de aprendizagem da matemática. Nessa direção, revelou múltiplas interfaces entre o conhecimento tecnológico, a pedagogia e o conteúdo curricular específico, evidenciando como esses elementos se entrelaçam para promover um ensino mais significativo.

Um aspecto relevante observado neste estudo foi a importância da formação inicial e continuada dos professores no desenvolvimento do TPACK. Tanto cursos presenciais quanto à distância têm contribuído para capacitar os professores no uso direcionado das tecnologias educacionais, fortalecendo suas estratégias de ensino e integrando recursos tecnológicos de forma significativa no currículo da disciplina.

Ressaltamos que alguns trabalhos identificados nesta pesquisa, como em Lima e Bandeira (2022), parecem se distanciar da produção de um conhecimento específico para o

ensino da matemática, priorizando a exploração de conhecimentos tecnológicos em geral. Isso sugere a necessidade de um maior foco na integração entre o conhecimento pedagógico, tecnológico, e de conteúdo, a fim de promover um ensino mais acessível em meio à pandemia da Covid-19.

Em suma, este estudo contribui para ampliar nosso entendimento sobre o papel do TPACK no ensino de matemática na Educação Básica, destacando a importância da integração da tecnologia, de forma pedagogicamente fundamentada, na promoção de novas bases direcionadas a conhecimentos específicos para o ensino da disciplina. Espera-se que os resultados aqui apresentados possam orientar futuras pesquisas a partir de outras multifaces como currículos de formação docente, currículos escolares, processos avaliativos, acessibilidade, materiais didáticos e tantas outras possibilidades que se apresentam no desenvolvimento do TPACK.

Referências

- Bicudo, M. A. V. (2003). A formação do professor: um olhar fenomenológico. In M. A. V. Bicudo (org). *Formação de professores? Da incerteza à compreensão* (p. 19-46) Florianópolis: EDUSC.
- Brasil. (2002). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. *Resolução CNE/CP no 02, de 19 de fevereiro de 2002*. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 9, 4 mar.
- Borba, M. C. & Villarreal, M. E. (2005). *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer. v. 39.
- Chiari, A. S. S., Borba, M. C & Souto, D. L. P. (2019). A Teoria da Atividade na Produção de Material Didático Digital Interativo de Matemática. *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 33, n. 65, p. 1255-1275.
- Cibotto, R. A. G., & Oliveira, R. M. M. A. (2017). TPACK – Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo: Uma Revisão Teórica. *Imagens da Educação*, v. 7, n. 2, p. 11-23.
- Colling, J. & Richit, A. (2019). Conhecimentos Pedagógico, Tecnológico e do Conteúdo na Formação Inicial do Professor de Matemática. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, v.21, n.2, pp. 394-421.
- Cunha, M. F. & Javaroni, S. L. (2020). Tecnologias Digitais e Formação Inicial de Professores de Matemática: um panorama possível. In: Santos, J. E. B. (org.). *Ensino de ciências e educação matemática*. Ponta Grossa, PR: Atena. p. 29-39. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/35207>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- Errobidart, N. C. G. & Rosa, P. R. da S. (2019). A construção de saberes docentes no contexto de ações formativas colaborativas. *Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa*

- sobre Formação de Professores, [S. l.], v. 11, n. 20, p. 65–88, 2019. DOI: 10.31639/rbfpf.v11i20.191. Disponível em: <https://revformacaodocente.com.br/index.php/rbfpf/article/view/191>. Acesso em: 14 maio. 2024.
- Gonçalves, B. M. V. & Lima, F. J. L. (2020). Aprendizagem Docente e Desenvolvimento de Estratégias Metodológicas no Contexto do PIBID: reflexões sobre o GeoGebra como recurso para o ensino de funções. *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 34, n. 68, p. 1056-1076.
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57(3), 1953-1960. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511000911> em 10 maio 2023.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L., & Harris, R. (2009). TPACK Development in science teaching: measuring the tpack confidence of inservice science teachers. *Techtrends*, 53(5), 70-79. Recuperado em 10 maio 2023 de 2019. Disponível em <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11528-009-0328-0.pdf>
- Harris, J., & Hofer, M. J. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: a descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229. Recuperado de <http://www.iste.org/Store/Product.aspx?ID=2076> em 10 maio 2019.
- Harris, J., Mishra, P. & Koehler, M. (2009) Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, vol 41, n. 4, 393-416.
- Imbernón, F. (2000). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez.
- Imbernón, F. (2010). *Formação Continuada de Professores*. Porto Alegre: Artmed.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2005a). What happens when teachers design educational technology? the development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, Nova Hampshire, v. 32, n. 2, p. 131-152.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005b). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94-102. Recuperado em 01 mar. 2017, de <http://creativity.fts.educ.msu.edu/wp-content/uploads/2011/09/Teachers-Learning-Technology-by-Design.pdf>
- Mazon, M. J. S. (2012). *TPACK (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico): relação com as diferentes gerações de professores de Matemática*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP, Brasil. Acesso em 01 mar. 2024. Disponível em: http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bba/33004056079P0/2012/mazon_mjs_me_bauru.pdf.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge Teachers. *College Record*, v.108, N.6, June, p.1017-1054.
- Mizukami, M. G. N. (2004). Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. *Revista Educação*, 29(2), 33-49. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reveducacao/article/view/3838/2204>. Acesso 17 mar. 2024.

- Pimenta, S. G. (1996). Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. *Revista da Faculdade de Educação*, v. 22, n. 2, p. 72-89.
- Pimenta, S. G. & Lima, M. S. L. (2012). *Estágio e Docência*. 7. ed. São Paulo, SP: Cortez.
- Prieto G., J. L. & Buitrago, J. O. (2019). Saberes necesarios para la gestión del trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra. *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 33, n. 65, p. 1276-1304, dez. 2019.
- Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. (2013) *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 12(2), 4-14. Recuperado em 21 mar. 2019, de http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge an Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. Recuperado em 17 mar. 2017, de <http://hepgjournals.org/doi/pdf/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>.
- Sousa, R. P. De, Moita, F. M. C. S. C. & Carvalho, A. B. G. (2011). *Tecnologias Digitais na Educação*. Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba.
- Tardif, M. (2002). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.