

ESTUDOS

Tecnologias digitais e o ensino de triângulos: uma revisão sistemática da literatura

Bárbara Silva Gumiero^{I,II}

Vinícius Pazuch^{III,IV}

<https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.105.5980>

Resumo

O ensino de geometria tem passado por mudanças ao longo do tempo, principalmente com a inserção das tecnologias digitais na educação. O objetivo deste estudo é identificar e descrever como o ensino de triângulos envolvendo as tecnologias digitais e os objetos de conhecimento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta-se em pesquisas científicas. Para isso, recorre-se a uma revisão sistemática de literatura composta por dez artigos científicos selecionados nas bases de dados SciELO, ERIC, Scopus, Web of Science e Latindex. Com suporte em análises verticais e horizontais, os resultados indicam uma diversidade de abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais, além da ênfase dada às habilidades técnicas nos softwares de geometria dinâmica, como em construções elementares, ao invés da valorização das potencialidades e das especificidades oportunizadas pelos recursos digitais. Esta pesquisa contribui para o desenvolvimento profissional docente, apresentando práticas já realizadas, ao indicar integrações com os objetos de conhecimento da BNCC e ao conscientizar os professores sobre as limitações e os desafios no ensino de geometria com tecnologias digitais.

Palavras-chave: geometria; currículo; triângulos; tecnologias digitais; processo de ensino-aprendizagem.

^I Universidade Federal do ABC (UFABC). Santo André, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <barbara.gumiero@ufabc.edu.br>; <<https://orcid.org/0000-0001-9818-3105>>.

^{II} Mestre em Ensino e História das Ciências e da Matemática pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Santo André, São Paulo, Brasil.

^{III} Universidade Federal do ABC (UFABC). Santo André, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <vinicius.pazuch@ufabc.edu.br>; <<https://orcid.org/0000-0001-6997-1110>>.

^{IV} Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra). Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Abstract

Digital technologies and the teaching of triangles: a systematic literature review

The teaching of geometry has been undergoing a transformation over time, particularly with the integration of digital technologies in education. The present study seeks to identify and describe how the teaching of triangles involving digital technologies and the knowledge objects of the Common National Curriculum Base (BNCC) is portrayed in scientific research. In light of this, a systematic literature review is presented, encompassing 10 scientific studies selected from the SciELO, ERIC, Scopus, Web of Science, and Latindex databases. Relying on vertical and horizontal analyses, the results indicate a range of theoretical and methodological research approaches on the teaching of triangles with digital technologies, in addition to the emphasis on technical skills in dynamic geometry software, as in elementary constructions, rather than the appreciation of the potential and specific opportunities offered by digital resources. This research contributes to professional teacher development by presenting already implemented practices, thus, indicating the integration with the knowledge objects of the Common National Curricular Base, as well as fostering awareness among teachers regarding the limitations and challenges of teaching geometry with digital technologies.

Keywords: geometry; curriculum; triangles; digital technologies; teaching and learning processes.

Resumen

Tecnologías digitales y la enseñanza de triángulos: una revisión sistemática de la literatura

La enseñanza de la geometría ha sufrido cambios a lo largo del tiempo, principalmente con la inserción de tecnologías digitales en la educación. El objetivo de este estudio es identificar y describir cómo la enseñanza de triángulos que involucran tecnologías digitales y objetos de conocimiento de la Base Nacional Curricular Común (BNCC) se presenta en investigaciones científicas. Para ello, se utilizó una revisión sistemática de la literatura, compuesta por diez artículos científicos seleccionados de las bases de datos SciELO, ERIC, Scopus, Web of Science y Latindex. Apoyados en análisis verticales y horizontales, los resultados indican una diversidad de enfoques teóricos y metodológicos en las investigaciones sobre la enseñanza de triángulos con tecnologías digitales, además del énfasis dado a las habilidades técnicas en softwares de geometría dinámica, como construcciones elementales, en lugar de la valorización de las potencialidades y especificidades brindadas por los recursos digitales. Esta investigación contribuye al desarrollo profesional docente, presentando prácticas ya realizadas, indicando integraciones con objetos de conocimiento de la BNCC y concientizando a los profesores sobre las limitaciones y desafíos en la enseñanza de la geometría con tecnologías digitales.

Palabras clave: geometría; currículo; triángulos; tecnologías digitales; proceso de enseñanza-aprendizaje.

Introdução e justificativas teóricas

O ensino de geometria tem passado por transformações nos últimos anos, ainda que seja uma área da Matemática pouco explorada historicamente em virtude da legislação educacional brasileira (Pavanello, 1993; Costa, 2020; Moran *et al.*, 2023). Os conceitos e objetos geométricos são, muitas vezes, apresentados aos estudantes da educação básica de maneira “padronizada”, destacando as características das figuras geométricas que, comumente, aparecem desenhadas da mesma forma e levam a concepções equivocadas, sem valorizar o raciocínio dedutivo e a elaboração de conjecturas, de generalizações e de justificativas condizentes com o rigor matemático (Gravina, 1996; Lago; Nós, 2020).

Diante do exposto, o ensino de triângulos concretiza-se de modo similar, uma vez que muitos estudantes não reconhecem a figura geométrica composta por três lados e três ângulos como um triângulo, caso ele não esteja em sua posição “tradicional” (Gumiero; Pazuch, 2020). Dessa forma, uma compreensão errônea, gerada nos anos iniciais do ensino fundamental, poderá prejudicar o desenvolvimento do pensamento geométrico em níveis de maior rigor matemático, o que dificulta a aprendizagem de conceitos como congruência e semelhança de triângulos em anos posteriores (Curi, 2021; Palanch; Castro, 2022).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi homologada em 2017 como um documento que estabelece os conhecimentos, as competências e as habilidades que todos os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo da educação básica (Brasil. MEC, 2018). A área de conhecimento da Matemática é dividida em unidades temáticas, entre elas, a geometria. Para cada unidade temática, são expostos objetos de conhecimento, que representam conteúdos, conceitos e processos, e suas respectivas habilidades a serem desenvolvidas em sala de aula. Ao delimitar o contexto de pesquisa nos anos finais do ensino fundamental, apontamos os seguintes objetos de conhecimento relacionados ao conceito de triângulos de acordo com a BNCC (Quadro 1).

Quadro 1 – Objetos de conhecimento da BNCC relacionados ao conceito de triângulos nos anos finais do ensino fundamental

(continua)

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidades
6º ano	Polígonos: classificações quanto ao número de vértices, às medidas dos lados e dos ângulos e ao paralelismo e perpendicularismo dos lados	(EF06MA19) Identificar características dos triângulos e classificá-los em relação às medidas dos lados e dos ângulos.
7º ano	Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos	(EF07MA24) Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180°. (EF07MA25) Reconhecer a rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações, como na construção de estruturas arquitetônicas (telhados, estruturas metálicas e outras) ou nas artes plásticas. (EF07MA26) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um triângulo qualquer, conhecidas as medidas dos três lados.

Quadro 1 – Objetos de conhecimento da BNCC relacionados ao conceito de triângulos nos anos finais do ensino fundamental

(conclusão)

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidades
8º ano	Congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros	(EF08MA14) Demonstrar propriedades de quadriláteros por meio da identificação da congruência de triângulos.
9º ano	Semelhança de triângulos	(EF09MA12) Reconhecer as condições necessárias e suficientes para que dois triângulos sejam semelhantes.
9º ano	Relações métricas no triângulo retângulo Teorema de Pitágoras: verificações experimentais e demonstração Retas paralelas cortadas por transversais: teoremas de proporcionalidade e verificações experimentais	(EF09MA13) Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos. (EF09MA14) Resolver e elaborar problemas de aplicação do teorema de Pitágoras ou das relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas cortadas por secantes.

Fonte: Elaboração própria com base na BNCC (Brasil. MEC, 2018).

Notamos que há, em todos os anos, pelo menos um objeto de conhecimento e uma habilidade relacionada a triângulos, visto que essa figura geométrica permeia diferentes conceitos e aplicações matemáticas em níveis mais avançados, como a trigonometria no ensino médio e, até mesmo, sua utilização pelos profissionais de áreas diversas. Ao compreenderem, desde o 6º ano, as características dos triângulos, passando por suas diferentes propriedades nos demais anos, os estudantes desenvolvem habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico e compreensão espacial, além de identificarem relações e padrões geométricos (Brasil. MEC, 2018).

Com o avanço das tecnologias digitais, a investigação nas aulas de geometria vem ganhando destaque por meio do uso de *softwares* de geometria dinâmica – recursos computacionais que permitem explorar e manipular objetos geométricos de forma interativa, redimensionando e “arrastando” as construções elaboradas – como é o caso do GeoGebra (Powell; Pazuch, 2016; Gutiérrez-Araujo; Pazuch, 2018, 2019). Outro exemplo é o Virtual Math Teams (VMT), um ambiente colaborativo *on-line* no qual professores e estudantes podem trabalhar e discutir juntos em tempo real. Nesse ambiente, é possível utilizarmos o GeoGebra, o que se popularizou como VMTcG, propiciando a interação simultânea às construções geométricas elaboradas e compartilhadas pelos participantes (Bairral; Marques, 2016).

Assim, unindo os objetos de conhecimento relacionados aos triângulos e aos *softwares* de geometria dinâmica, podemos potencializar o desenvolvimento das habilidades matemáticas da BNCC nos estudantes. No entanto, é necessário que os professores tenham acesso a processos formativos e momentos de colaboração para se apropriarem do uso das tecnologias digitais. Para uma integração efetiva em aulas de geometria, o professor necessita de um contato inicial formativo com os recursos digitais para, posteriormente, agregar essa experiência em sua prática docente (Powell; Pazuch, 2016; Gutiérrez-Araujo; Pazuch, 2018, 2019). Portanto, analisar pesquisas acadêmicas que contemplem a temática abordada nos

auxilia a compreender o que tem sido feito nos estudos atuais e quais as lacunas na formação de professores para o ensino de triângulos com tecnologias digitais.

No presente artigo, temos como objetivo identificar e descrever de que modo o ensino de triângulos envolvendo as tecnologias digitais e os objetos de conhecimento da BNCC apresenta-se em pesquisas científicas. Com esse propósito, realizamos uma revisão sistemática de literatura (RSL) baseada em Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans (2013), com critérios sistemáticos de busca, seleção e exclusão de artigos, a fim de definirmos o *corpus* de análise. Com isso, três questões investigativas também foram elaboradas. Quais abordagens teóricas e metodológicas são utilizadas nas pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais? De que forma os objetos de conhecimento são explorados nas pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais? Como as pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais podem contribuir para o desenvolvimento profissional docente?

Na literatura em Educação Matemática, Barbosa (2018) situa as abordagens teóricas e metodológicas presentes em pesquisas da área. Esclarecemos que abordagens teóricas se caracterizam como “formas de compreender ou problematizar o mundo, e abordagens metodológicas como os caminhos que se seguem na realização da pesquisa” (Barbosa, 2018, p. 18). São definidas quatro abordagens teóricas e seis abordagens metodológicas, que apresentaremos brevemente.

Pensamento do professor, mediação tecnológica, contextual e pós-contextual são as quatro abordagens teóricas discutidas. Para cada uma delas, identificam-se formas de compreender o mundo e problematizá-lo. Nas abordagens de pensamento do professor, o conhecimento é o ponto central e o responsável por interferir nas ações do docente, enquanto o contexto em que ele está inserido atua como pano de fundo para a construção de seus entendimentos. Nas abordagens de mediação tecnológica, as tecnologias digitais são participantes na produção do conhecimento e constituem-se como mediadoras do pensamento e da ação, tendo um papel ativo na relação com os seres humanos. Já nas abordagens contextuais, o campo em que o professor está inserido, seu entorno e suas relações são as fontes para a compreensão e a constituição de suas ações, ao passo que, nas abordagens pós-contextuais, há um questionamento das fronteiras, das categorias, da estabilidade e das identidades dos contextos, problematizando o entendimento e tomando o contexto em termos de instabilidade e indeterminações (Barbosa, 2018).

As seis abordagens metodológicas apresentadas por Barbosa (2018) são: *pesquisa naturalística, pesquisa de modelagem teórica, pesquisa cooperativa, pesquisa narrativa, pesquisa histórica e pesquisa bibliográfica*. As abordagens de pesquisa naturalística e de modelagem teórica diferenciam-se pelo fato de a primeira investigar situações cotidianas com um propósito descritivo ou problematizador, mas sem a pretensão de produzir modelos teóricos, ao passo que a segunda percorre um caminho metodológico “voltado para a produção de modelos teóricos” (Barbosa, 2018, p. 35). Em ambas existem referenciais e lentes teóricas, porém, na pesquisa naturalística, eles servem para orientar a descrição e, na pesquisa de modelagem teórica, servem para produzir ou refinar um modelo teórico anterior.

Nas abordagens metodológicas de pesquisa cooperativa, há a participação voluntária de um grupo de pessoas no contexto em que os dados serão produzidos. Essa participação não é obrigatória, nem por cooptação, como ocorre nos cursos de extensão universitária. Pesquisas com abordagens metodológicas narrativas propõem-se a analisar “um relato

sobre um evento particular ou específico de um personagem; uma estória estendida sobre algum aspecto significativo de toda vida; ou o relato de toda vida, do nascimento ao presente” (Barbosa, 2018, p. 39), podendo, para isso, percorrer diferentes caminhos, como a (auto) biografia, a história oral, a etnobiografia, entre outros tipos de textos.

Abordagens metodológicas que podem ser articuladas com a pesquisa narrativa são as de pesquisa histórica, que analisam, de forma sistemática, os eventos do passado para chegar a um relato do que ocorreu naquele tempo. Nessas abordagens, diferentes fontes históricas são consultadas, como materiais escritos, imagens e, até mesmo, a fonte oral. Por fim, a pesquisa bibliográfica apresenta-se como uma das abordagens metodológicas que se divide em ensaio teórico e síntese de literatura, realizando uma análise de materiais pertencentes ao campo científico, ou seja, que já foram examinados e/ou problematizados anteriormente, como artigos, teses e dissertações.

Barbosa (2018) afirma que as abordagens teóricas não invalidam ou substituem umas às outras, inclusive, permitem uma interlocução entre elas. No caso das abordagens metodológicas, isso se torna ainda mais fluido, o que possibilita, também, variadas articulações. Além disso, não há uma relação direta entre abordagens teóricas e metodológicas, sendo que “a mesma abordagem metodológica pode ser utilizada de diferentes formas, de modo que sua particularização depende da abordagem teórica adotada em cada pesquisa” (Barbosa, 2018, p. 45).

O desenvolvimento profissional docente apresenta-se como um processo dinâmico, contínuo, reflexivo e relacionado às práticas pedagógicas dos professores (Saraiva; Ponte, 2003). Especificamente, “[...] o desenvolvimento profissional envolve diversos domínios, como a Matemática, o currículo, o aluno, a aprendizagem, a instrução, o contexto de trabalho e o autoconhecimento” (Perez, 1999, p. 252). Nesse sentido, situamos o ensino de triângulos como os conhecimentos mobilizados pelos professores para promover aprendizagens aos estudantes. Particularmente, o conhecimento profissional do professor voltado ao ensino de matemática constitui-se, principalmente, pelas situações de ensino coproduzidas no âmbito do planejamento, na ação em sala de aula e na reflexão sobre as práticas pedagógicas (Silva; Pazuch, 2023). Neste artigo, estritamente, essa coprodução envolve o contexto particular de cada sala de aula, os conhecimentos geométricos, os recursos tecnológicos, os objetos de conhecimento da BNCC, por exemplo, organizados pelo professor.

Esperamos contribuir com o campo de pesquisa, ampliando as possibilidades e incentivando novas investigações para que o ensino de triângulos e outros conceitos geométricos com tecnologias digitais seja uma realidade nas salas de aula. A seguir, descrevemos os procedimentos metodológicos, as análises realizadas e a discussão dos resultados com base nas questões investigativas.

Procedimentos metodológicos

Consideramos o estudo de Depaepe, Verschaffel e Kelchtermans (2013) como modelo para a RSL realizada, entendendo-a como um processo detalhado e sistemático de passos para a seleção e inclusão de artigos a serem analisados, com o intuito de fornecer um panorama sobre um tema e/ou uma questão investigativa. Logo, apresentamos as etapas realizadas na busca dos artigos e, posteriormente, os critérios de exclusão.

Nosso *corpus* de análise é formado por artigos publicados em periódicos nacionais ou internacionais, revisados por pares, escritos em português ou inglês. Determinamos quatro bases de dados para as buscas, considerando-as representativas da produção científica na área pesquisada: SciELO, Scopus, Web of Science (WoS) e ERIC. Acrescentamos as 36 revistas nacionais *on-line*, indexadas ao Latindex, que constam no subtópico Matemática e que contemplavam as áreas de Ensino e/ou Educação.

Para a seleção dos artigos, estipulamos um recorte entre os anos de 2012 e 2022 e descritores que constavam no título, no resumo e/ou nas palavras-chave: ensino (*teaching*), tecnologia (*technology*) e triângulo (*triangle*) ou ensino (*teaching*), tecnologia (*technology*) e Teorema de Pitágoras (*Pythagorean theorem*). Realizamos as buscas entre fevereiro e março de 2023 e, após confirmação da presença dos descritores, obtivemos o número de artigos demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de artigos encontrados por base de dados

Base de dados	Artigos encontrados
SciELO	3
Scopus	26
WoS	25
ERIC	29
Latindex	12

Fonte: Elaboração própria.

Além desses estudos, outros três artigos encontrados no Latindex foram adicionados por contemplarem a temática, embora não apresentem exatamente os descritores estipulados (Pereira; Freitas; Vicker, 2015; Bairral; Marques, 2016; Javaroni; Zampieri, 2016). A Figura 1 traz a distribuição por base de dados, o que facilita a visualização das repetições dos artigos científicos e o total de 71 registros (sem repetição).

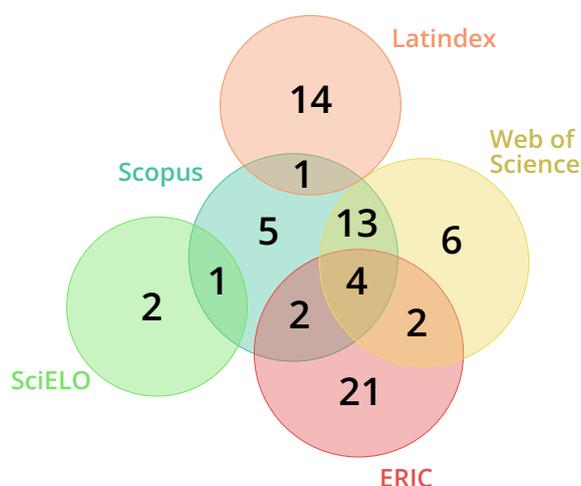


Figura 1 – Diagrama com o número de artigos por base de dados

Fonte: Elaboração própria.

Com fundamento nessa informação, determinamos quatro critérios de exclusão (CE) para refinamento dos resultados encontrados. Realizamos a leitura do resumo de cada artigo e confirmamos sua inclusão ou exclusão do *corpus* de análise seguindo os critérios estabelecidos.

- CE1: artigos que não abordam o ensino do professor, destacando apenas a aprendizagem dos estudantes ou a apresentação de um *software* sem aplicação no ensino.
- CE2: artigos que discutem a tecnologia em um sentido amplo, sem indicar relação com as tecnologias digitais.
- CE3: artigos que utilizam o termo “triângulo” não relacionado ao conceito geométrico, por exemplo, para indicar uma tríade, um conjunto de três fatores, o Triângulo de Pascal e, até mesmo, o Triângulo Mineiro e/ou artigos que não apresentam tarefa sobre os objetos de conhecimento que abordam triângulos.
- CE4: artigos que discorrem sobre os conceitos de triângulo em outros níveis de ensino (ensino médio, ensino superior) ou com aplicações em determinadas profissões.

A Tabela 2 aponta quantos artigos foram removidos por critério de exclusão, resultando em um *corpus* de análise com dez artigos científicos.¹

Tabela 2 – Quantidade de artigos removidos por critério de exclusão

Artigos selecionados	71
CE1	11
CE2	5
CE3	34
CE4	11
Total de artigos após CE	10

Fonte: Elaboração própria.

Seguindo a estrutura de uma RSL, definimos critérios para a análise dos artigos. A estrutura utilizada é composta por duas análises. A primeira, análise vertical, é realizada por meio da leitura individual de cada artigo acompanhada do preenchimento de um formulário no Google Forms, o que resulta em um fichamento com tópicos pré-definidos. Nesse processo, é possível identificar e descrever nove aspectos: (1) ano de publicação; (2) país de desenvolvimento da pesquisa; (3) foco da investigação; (4) referencial teórico; (5) contexto e participantes; (6) natureza da pesquisa e produção de dados; (7) procedimentos de análise; (8) objeto de conhecimento abordado; (9) resultados, conclusões e implicações. Já a segunda etapa é nomeada de análise horizontal, em que é realizada uma análise simultânea dos artigos para cada aspecto citado anteriormente. Dessa forma, é possível descrevermos as características em comum ou que se destacam nos artigos analisados, os quais representam

¹ Pereira, Freitas e Victor (2015); Neves e Bittar (2015); Bairral e Marques (2016); Javaroni e Zampieri (2016); Poon e Wong (2017); Kepceoglu (2018); Baggliotto, Bernardi e Gregolin (2020); Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020); Santos, Trindade e Araujo Junior (2020); Sánchez e Castillo (2022).

um recorte da pesquisa internacional na temática abordada.

Para responder a cada questão investigativa, estabelecemos aspectos indicativos. Na primeira questão, contemplamos os aspectos (1), (2), (3), (4), (5), (6) e (7). Na segunda, utilizamos os aspectos (3), (5), (6), (8) e (9) para discutir os resultados. Por fim, tomamos os aspectos (3), (8) e (9) como norteadores na análise da terceira questão, ainda que todos eles contemplem a resposta direta ou indiretamente.

Análise horizontal

Ano de publicação

Embora tenhamos um recorte a partir de 2012, notamos que as primeiras publicações são do ano de 2015, apresentando uma quantidade parecida nos demais anos, com exceção de 2019, que não apresentou nenhum artigo dentro dos selecionados nessa RSL. Os dados indicam uma pequena produção acadêmica na área do ensino de triângulos com tecnologias digitais, ainda que o uso de *softwares* de geometria dinâmica tenha se destacado em diversas pesquisas nos últimos anos (Borba; Silva; Gadanidis, 2014).

País de desenvolvimento da pesquisa

Entre os dez artigos analisados, oito são de autores brasileiros, sendo que sete dessas publicações ocorreram em revistas nacionais. O estudo de Kepceoglu (2018) foi realizado na Turquia e o de Poon e Wong (2017) em Hong Kong. Essas informações diferem de resultados encontrados em outras revisões sistemáticas já empreendidas (Gumiero; Pazuch, 2019, 2020), em que a maioria dos estudos é de países europeus ou dos Estados Unidos da América. Reconhecemos que as escolhas metodológicas, principalmente a base de dados do Latindex, possuem influência nos dados obtidos.

Foco da investigação

Ao elaborarmos o formulário para os fichamentos, determinamos opções de focos de investigação para classificação dos artigos: (i) formação de professores, (ii) ensino de geometria com tecnologias digitais e (iii) conceito geométrico. Ainda que todos os artigos tenham passado pelos mesmos critérios de busca e seleção, eles poderiam assumir focos de investigação diferentes. Sendo assim, os artigos classificados em (i) abordam processos formativos, sejam de formação inicial ou continuada, em que são discutidos tarefas, atividades, aulas e/ou recursos para o ensino de triângulos com tecnologias digitais. Já os artigos identificados em (ii) apresentam situações ou sugestões de situações de sala de aula em que os professores desenvolvem o objeto de conhecimento utilizando tecnologias digitais. Alocamos os artigos na categoria (iii) quando estes objetivam uma análise focada no conceito em si, ainda que apresentem uma possível aplicação para o ensino.

Todos os artigos descrevem o objetivo e/ou a questão investigativa e foram classificados nas opções expostas. Mais de uma categoria poderia ser selecionada, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos artigos por foco de análise

Artigo	(i)	(ii)	(iii)
Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020)		x	
Bairral e Marques (2016)	x		x
Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020)		x	
Javaroni e Zampieri (2016)	x		
Kepceoglu (2018)		x	
Neves e Bittar (2015)	x		
Pereira, Freitas e Victor (2015)	x	x	
Poon e Wong (2017)		x	
Sánchez e Castillo (2022)		x	x
Santos, Trindade e Araujo Junior (2020)		x	
Total	4	7	2

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os artigos selecionados, 70% encontram-se na categoria (ii) ensino de geometria com tecnologias digitais. Entre os sete artigos, dois apresentam foco em mais de uma categoria. Pereira, Freitas e Victor (2015) abordam a formação de professores e o ensino ao apresentarem uma proposta de produto educacional e analisarem as demandas que os recursos tecnológicos digitais trazem tanto para a formação como para a sala de aula. Sánchez e Castillo (2022) foram alocados nas categorias (ii) e (iii), pois descrevem uma demonstração do Teorema de Pitágoras e evidenciam um objeto de aprendizagem para o ensino desse conceito utilizando o GeoGebra.

Dessa forma, identificamos três artigos exclusivamente na categoria (i), cinco artigos apenas na categoria (ii) e um artigo na categoria (iii) unicamente. Mais uma vez, analisamos esses resultados como um reflexo dos descritores utilizados e dos critérios de exclusão, tendo em vista que eles direcionam para o ensino com tecnologias digitais.

Referencial teórico

Nesse aspecto, não obtivemos um resultado homogêneo, indicando que a temática abordada pode ser explorada mediante diferentes pontos de vista. Três pesquisas apresentam referenciais teóricos sobre tecnologias digitais. O estudo de Sánchez e Castillo (2022) está pautado em investigações anteriores dos próprios autores sobre geometria com tecnologias digitais. Já Bairral e Marques (2016), ao analisarem as interações entre professores em formação utilizando o VMTcG, referenciam Powell (2014). Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020), ainda que não descrevam explicitamente o referencial teórico utilizado, mencionam diferentes autores sobre o uso de tecnologias digitais ao longo do estudo.

Outras quatro pesquisas trouxeram referenciais teóricos da Educação Matemática ou do ensino de uma forma geral, como o trabalho de Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020), que discorreu sobre a Educação Matemática Crítica de Skovsmose (2008). Em Neves e Bittar (2015), observamos as referências ao trabalho de Schön (2000) sobre a prática reflexiva e, em Pereira, Freitas e Victor (2015), há um embasamento no conceito de investigações matemáticas de Ponte, Brocardo e Oliveira (2013). Javaroni e Zampieri (2016) abordam a ideia de multidialogo de Bicudo e Borba (2004) para discutir sobre a formação de professores.

Os artigos de Santos, Trindade e Araujo Junior (2020), Kepceoglu (2018) e Poon e Wong (2017) não descreveram o referencial teórico utilizado. Nessas pesquisas, encontramos um relato histórico do GeoGebra com uma proposta de uso em sala de aula (Santos; Trindade; Araujo Junior, 2020) e descrições do uso de *softwares* de geometria dinâmica em aulas de Matemática (Poon; Wong, 2017; Kepceoglu, 2018).

Por conseguinte, concluímos que não há um consenso ou uma teoria característica na análise do uso de tecnologias digitais para o ensino de geometria. Sendo assim, entende-se que diferentes abordagens podem ser utilizadas, o que enriquece e amplia o campo de pesquisa, e, de igual modo, há espaço nas discussões acadêmicas para que um modelo teórico representativo seja elaborado e contemple essa temática.

Contexto e participantes

Entre os artigos analisados, três não apresentam contexto de pesquisa por não discutirem empiricamente os dados, discorrendo sobre conceitos geométricos historicamente e/ou propondo tarefas em sala de aula (Baggiotto; Bernardi; Gregolin, 2020; Santos; Trindade; Araujo Junior, 2020; Sánchez; Castillo, 2022). Uma descrição do contexto dos demais artigos é exposta no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição do contexto e dos participantes em cada artigo

(continua)

Artigo	Contexto e participantes
Bairral e Marques (2016)	Resolução de tarefas por professores em formação inicial nas salas do VMTcG.
Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020)	Formação continuada com encontros mensais na Universidade Luterana do Brasil, envolvendo professores da universidade, alunos do mestrado, do doutorado e da iniciação científica do curso de Matemática e dez professores da área que atuavam nos anos finais do ensino fundamental e/ou ensino médio. Além dos encontros mensais, os estudantes e os professores universitários reuniam-se semanalmente para desenvolver objetos de aprendizagem a serem discutidos na formação continuada.
Javaroni e Zampieri (2016)	Curso de formação desenvolvido na plataforma Moodle com duração de 40 horas, sendo 32 horas em encontros presenciais e 8 horas a distância. Os professores participantes atuavam na educação básica ou eram professores coordenadores. Além disso, estudantes da graduação e pós-graduação da Universidade Estadual Paulista também participaram.
Kepceoglu (2018)	Encontros para discussão e acompanhamento de quatro professores de Matemática do ensino fundamental que, anteriormente, haviam participado de um curso sobre o ensino de matemática em um ambiente com softwares de geometria dinâmica.

Quadro 2 – Descrição do contexto e dos participantes em cada artigo

(conclusão)

Artigo	Contexto e participantes
Neves e Bittar (2015)	Encontros presenciais (22), entre agosto de 2013 e maio de 2014, com um professor de Matemática da rede pública, atuante nos anos finais do ensino fundamental, para discussões e desenvolvimento de atividades.
Pereira, Freitas e Victer (2015)	Oficinas para elaboração de produto educacional realizadas com professores dos anos finais do ensino fundamental e professores em formação inicial separadamente.
Poon e Wong (2017)	Acompanhamento de duas aulas com diferentes professores de Matemática dos anos finais do ensino fundamental.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com o referencial teórico, não identificamos um padrão nos contextos de pesquisas, os quais variam entre cursos de formações, oficinas, resolução de tarefas, encontros para acompanhamento e discussões, entre outros. Notamos que os encontros virtuais, assim como a resolução de tarefas em ambientes virtuais, apresentaram-se nas análises.

Natureza da pesquisa e produção dos dados

Todos os artigos que compuseram essa RSL apresentam uma abordagem qualitativa para a produção e a análise dos dados. Essa característica se confirma nos instrumentos de produção de dados utilizados ao longo dos estudos. Para o fichamento dos artigos, estipulamos categorias que indicam instrumentos de produção frequentemente utilizados nas pesquisas da área de ensino: entrevistas (E), questionários (Q), diário de campo (DC), uso de protocolos e ficha para coleta de dados (PF), observação e registro de aulas (OR), discussões coletivas (D), uso de gravação em vídeo e/ou áudio (G), participação em fóruns (F), atividades e/ou tarefas *on-line* e/ou AVA (A), planejamento de aulas (PA), outros (O). Os artigos e suas respectivas classificações estão indicados na Tabela 4.

Tabela 4 – Instrumentos de produção de dados

Artigo	E	Q	DC	PF	OR	D	G	F	A	PA	O
Bairral e Marques (2016)									x		
Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020)					x	x				x	
Javaroni e Zampieri (2016)						x		x	x	x	
Kepceoglu (2018)	x						x				
Neves e Bittar (2015)	x	x	x		x		x			x	
Pereira, Freitas e Victer (2015)		x									x
Poon e Wong (2017)	x	x	x	x	x		x				
Total	3	3	2	1	3	2	3	1	2	3	3

Fonte: Elaboração própria.

Conforme citado anteriormente, os estudos de Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020), Sánchez e Castillo (2022) e Santos, Trindade e Araujo Junior (2020) não apresentam dados empíricos e, por esse motivo, não constam na Tabela 4. Verificamos uma distribuição entre os diferentes instrumentos de produção de dados. Na maioria dos artigos, foram utilizados mais de um instrumento, podendo chegar até seis. No estudo de Bairral e Marques (2016), os pesquisadores utilizaram somente a participação dos professores no ambiente VMTcG para produzir os dados, considerando as possibilidades que o ambiente oferece, inclusive de gravação.

Os instrumentos que mais se destacaram foram entrevistas, questionários, observação e registro de aulas, uso de gravação em vídeo e/ou áudio e planejamento de aulas, o que indica um perfil de pesquisa envolvendo o acompanhamento de professores em vários momentos da atividade docente. No artigo de Pereira, Freitas e Victor (2015), além dos questionários, os autores utilizaram a participação dos professores em oficinas como forma de produzir dados para a pesquisa.

Procedimentos de análise

Em todos os artigos, foram utilizados procedimentos de análise descritivos, em que os autores apresentaram e discorreram sobre os dados. Nos estudos teóricos também encontramos descrições de tarefas, de *softwares*, de objetos de aprendizagem, entre outros (Baggiotto; Bernardi; Gregolin, 2020; Sánchez; Castillo, 2022). Já os demais descrevem os resultados encontrados por meio de gravações em ambientes virtuais ou presenciais com a identificação de eventos críticos, além de estudos de casos múltiplos (Neves; Bittar, 2015; Kepceoglu, 2018).

Objeto de conhecimento abordado

Para analisarmos os objetos de conhecimento abordados nos artigos, elaboramos o Quadro 3, que nos auxilia a estabelecer relações entre as habilidades da BNCC e as tarefas realizadas ao longo dos estudos.

Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020), utilizando o GeoGebra, trazem uma proposta de identificação da área de um triângulo como metade da área de um paralelogramo. Não o classificamos em nenhum dos objetos de conhecimento e habilidades, pois o estudo de área não é contemplado na unidade temática de geometria, mas, sim, em grandezas e medidas de acordo com a BNCC (Brasil. MEC, 2018). Neves e Bittar (2015) trabalham com o *software* GeoGebra para a identificação dos pontos notáveis de um triângulo, ao passo que Bairral e Marques (2016) apresentam professores interagindo no VMTcG para a construção, identificação e análise de pontos notáveis de um triângulo, inserindo a movimentação dos vértices como uma das análises.

O conceito de pontos notáveis de triângulos não aparece de forma explícita em nenhum dos objetos do conhecimento, porém, comumente, é trabalhado no 8º ano. Nesse caso, teríamos a habilidade EF08MA14 no objeto de conhecimento sobre congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros, como classificação disponível. Os demais artigos são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Objetos de conhecimento abordados nos artigos

Objeto de conhecimento	Artigo	Descrição	Habilidade BNCC
Polígonos: classificações quanto ao número de vértices, às medidas de lados e ângulos e ao paralelismo e perpendicularismo dos lados.	Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020)	Construção de um triângulo no <i>software</i> GeoGebra e movimentação dos vértices para formação dos três tipos de triângulos (equilátero, isósceles e escaleno).	EF06MA19
Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos.	Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020)	Construção de um triângulo no <i>software</i> GeoGebra e movimentação dos vértices para formação dos três tipos de triângulos (equilátero, isósceles e escaleno).	EF07MA24
	Kepceoglu (2018)	Construção de polígonos, incluindo triângulos, no <i>software</i> Cabri-Geometry.	EF07MA24
	Pereira, Freitas e Victer (2015)	Exploração da soma dos ângulos internos de um triângulo em um objeto de aprendizagem no GeoGebra.	EF07MA24
Congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros.	Santos, Trindade e Araujo Junior (2020)	Demonstração do caso Lado Lado Lado (LLL) de congruência de triângulos a partir de três segmentos no <i>software</i> GeoGebra.	EF08MA14
Semelhança de triângulos.	Poon e Wong (2017)	Desenvolvimento de tarefa pré-construída sobre semelhança de triângulos com o <i>software</i> GeoGebra em sala de aula.	EF09MA12
Relações métricas no triângulo retângulo.	Sánchez e Castillo (2022)	Demonstração do Teorema de Pitágoras no <i>software</i> GeoGebra.	EF09MA13
Teorema de Pitágoras: verificações experimentais e demonstração.	Javaroni e Zampieri (2016)	Demonstração do Teorema de Pitágoras no GeoGebra e ampliação do caso apresentado com base nas sugestões dos professores participantes.	EF09MA13
Retas paralelas cortadas por transversais: teoremas de proporcionalidade e verificações experimentais.			

Fonte: Elaboração própria com base na BNCC (Brasil. MEC, 2018).

Todos os objetos de conhecimento foram contemplados em pelo menos um dos artigos, com destaque para a construção de triângulos e o Teorema de Pitágoras. Entretanto, nos objetos de conhecimento, nem todas as habilidades foram abordadas nas tarefas: EF07MA25 (rigidez geométrica), EF07MA26 (descrição da construção por meio de fluxogramas e algoritmos) e EF09MA14 (aplicação do Teorema de Pitágoras).

Assim, percebemos que o ensino de geometria, especificamente os objetos de conhecimento relacionados a triângulos, quando ensinados com tecnologias digitais, priorizam habilidades técnicas como a construção e a demonstração, o que limita as possibilidades de discussão e de aplicação dos conceitos geométricos no cotidiano. Compreender os *softwares*

de geometria dinâmica como recursos que permitem a exploração e o desenvolvimento de habilidades não possíveis somente com o lápis e o compasso ainda demonstra ser um desafio.

Resultados, conclusões e implicações

Ao analisarmos os resultados e as conclusões dos artigos, notamos pontos em comum que se dividem em quatro categorias interrelacionadas.

1 - Potencial das tecnologias digitais

Diferentes autores reconhecem o potencial das tecnologias digitais para enriquecer o ensino e a aprendizagem de matemática, especificamente na área de geometria. As pesquisas destacam que as tecnologias digitais permitem que os estudantes produzam conhecimento e realizem tarefas matemáticas de forma mais dinâmica e interativa, estimulando o envolvimento da turma no processo de investigação e na proposição de soluções criativas para as tarefas sugeridas (Pereira; Freitas; Victor, 2015; Bairral; Marques, 2016; Javaroni; Zampieri, 2016; Poon; Wong, 2017; Kepceoglu, 2018; Baggiotto; Bernardi; Gregolin, 2020; Homa-Agostinho; Oliveira-Groenwald, 2020; Santos; Trindade; Araujo Junior, 2020; Sánchez; Castillo, 2022). O GeoGebra destaca-se entre os *softwares*, presente em nove dos artigos analisados e em diferentes situações: na versão *web*, como *software* integrado ao VMT, utilizado por professores e/ou por estudantes. O estudo de Kepceoglu (2018) apresenta o *software* Cabri-Géomètre.

2 - Especificidades dos recursos digitais e softwares de geometria dinâmica

As pesquisas ressaltam a importância de aproveitar as especificidades dos recursos e dos *softwares* de geometria dinâmica para a elaboração de tarefas que explorem o potencial dessas tecnologias, de forma a valorizar aspectos que são possíveis apenas nos ambientes virtuais. Com recursos e funcionalidades distintas, os *softwares* permitem a visualização e a movimentação das construções, sendo utilizados no desenvolvimento de conjecturas e generalizações por meio de estratégias únicas, diferentes daquelas produzidas com lápis, papel, régua, compasso, entre outras ferramentas analógicas (Pereira; Freitas; Victor, 2015; Bairral; Marques, 2016; Kepceoglu, 2018; Sánchez; Castillo, 2022).

3 - Desafios e limitações no uso das tecnologias digitais

Uma conclusão frequente nos estudos refere-se às limitações e aos desafios gerados pelo uso das tecnologias digitais no ensino de triângulos. Eles incluem a falta de tempo, de espaço e de equipamentos adequados nas escolas, a pouca familiarização dos professores com os recursos e *softwares* disponíveis, além da baixa produção de pesquisas nessa temática (Pereira; Freitas; Victor, 2015; Bairral; Marques, 2016; Javaroni; Zampieri, 2016). Ainda que, de acordo com Neves e Bittar (2015), os professores sejam favoráveis ao uso das tecnologias digitais em sala de aula, segundo Javaroni e Zampieri (2016), os professores participantes afirmam que poucos cursos articulam o conteúdo programático com as tecnologias digitais, além de não considerarem as particularidades de cada ambiente escolar. Isso dificulta o processo de integração das tecnologias digitais, tornando o seu uso superficial ou apenas como uma substituição dos recursos analógicos pelos digitais, sem uma reflexão crítica e sem

a exploração das potencialidades e das especificidades citadas anteriormente (Neves; Bittar, 2015; Santos; Trindade; Araujo Junior, 2020).

4 - Intervenção do professor e seu papel como mediador

A utilização das tecnologias digitais no ensino de triângulos representa um processo cooperativo entre professor e estudante (Baggiotto; Bernardi; Gregolin, 2020), ou seja, ambos atuam com um objetivo em comum, modificando a posição do professor como alguém que estabelece rigidamente “o que” e “como” fazer para um incentivador de questionamentos dos estudantes sobre os métodos e as decisões tomadas. Os recursos incentivam a participação, a investigação e a aprendizagem dos alunos, mas não garantem que esses processos, de fato, ocorram de maneira efetiva (Baggiotto; Bernardi; Gregolin, 2020). Dessa forma, a integração das tecnologias digitais, em sala de aula, necessita da intervenção do professor e destaca a importância de seu papel como facilitador ao longo do processo, o qual chamamos de mediador. Os artigos salientam que o professor é aquele que conhece o ambiente escolar e sabe como organizar a sequência didática, escolher o recurso e/ou o *software* adequado para proporcionar o desenvolvimento matemático da turma (Javaroni; Zampieri, 2016; Homa-Agostinho; Oliveira-Groenwald, 2020). Poon e Wong (2017) descrevem a necessidade de o professor conduzir as discussões e promover um ambiente de aprendizagem significativa, pois isso não ocorre somente com o uso dos recursos digitais pelos estudantes. Assim, a intervenção do professor, em aulas que utilizem tecnologias digitais, é fundamental para ampliar as possibilidades de exploração e investigação dos objetos matemáticos por parte dos alunos, além de propiciar uma transformação no papel do docente, que passa a atuar como mediador e impulsionador da autonomia discente.

Desse modo, os artigos analisados destacam a relevância das tecnologias digitais no ensino de triângulos, mas enfatizam a necessidade de o professor desempenhar um papel de interventor e mediador, compreendendo as limitações e os desafios do uso desses recursos e explorando as especificidades das ferramentas disponíveis. Os estudos utilizam as situações de ensino e/ou tarefas envolvendo os conceitos geométricos relacionados a triângulos como contexto de pesquisa, pois apresentam resultados abrangentes sobre o uso das tecnologias digitais no ensino de geometria.

Retomada das questões de pesquisa

Tendo em vista as análises realizadas, discutimos as questões investigativas propostas.

Quais abordagens teóricas e metodológicas são utilizadas nas pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais?

Embora o uso de *softwares* de geometria dinâmica seja destacado em diversas pesquisas atuais, no campo do ensino de triângulos com esses recursos, não foram encontradas muitas produções. A maioria dos estudos analisados foi conduzida por autores brasileiros, possivelmente em virtude dos critérios de inclusão e exclusão da RSL.

Retomando as abordagens teóricas e metodológicas apresentadas por Barbosa (2018), classificamos possíveis abordagens para os artigos analisados (Quadro 4).

Quadro 4 – Abordagens teóricas e metodológicas

Artigo	Abordagens teóricas	Abordagens metodológicas
Baggiotto, Bernardi e Gregolin (2020)	Mediação tecnológica	Pesquisa bibliográfica
Bairral e Marques (2016)	Contextual	Pesquisa naturalística
Homa-Agostinho e Oliveira-Groenwald (2020)	Contextual	Pesquisa naturalística
Javaroni e Zampieri (2016)	Contextual	Pesquisa naturalística
Kepceoglu (2018)	Pensamento do professor	Pesquisa naturalística
Neves e Bittar (2015)	Pensamento do professor	Pesquisa naturalística
Pereira, Freitas e Victor (2015)	Contextual	Pesquisa naturalística
Poon e Wong (2017)	Contextual	Pesquisa naturalística
Sánchez e Castillo (2022)	Mediação tecnológica	Pesquisa histórica
Santos, Trindade e Araujo Junior (2020)	Mediação tecnológica	Pesquisa bibliográfica

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 4 indica quatro abordagens teóricas e seis abordagens metodológicas, sem a intenção de limitar as análises, visto que podem ocorrer outras interpretações. Ademais, reiteramos que o quadro foi elaborado com base na visão e leitura dos autores, que, certamente, é influenciada por vivências e outras leituras no campo científico.

Em consonância com a diversidade de lentes teóricas, identificamos três das quatro abordagens teóricas apontadas por Barbosa (2018). Há uma predominância das abordagens contextuais, considerando as situações de ensino e a sala de aula em que o professor está inserido relevantes para o desenvolvimento e para as análises das pesquisas.

Os estudos apresentam foco de investigação no ensino de geometria com tecnologias digitais. Quanto aos referenciais teóricos, não há um consenso ou uma teoria predominante, uma vez que várias lentes teóricas são mencionadas em diferentes investigações.

No que tange às abordagens metodológicas, as pesquisas naturalísticas aparecem em sete artigos analisados, sugerindo uma tendência nas produções sobre triângulos com tecnologias digitais. Ao retomar os aspectos (6) natureza da pesquisa e produção de dados e (7) procedimentos de análise, nota-se que as abordagens metodológicas de pesquisas naturalísticas se justificam, uma vez que apresentam a natureza qualitativa e as análises, em sua maioria, descritivas.

Os contextos variam e incluem cursos de formação, oficinas, resolução de tarefas, encontros para acompanhamentos e discussões, entre outros, com destaque para os encontros virtuais e a resolução de tarefas em ambientes virtuais. Com perspectiva qualitativa, as pesquisas, comumente, utilizam entrevistas, questionários, observações, registros e planejamentos de aulas como instrumentos de produção de dados, os quais são analisados descritivamente.

De que forma os objetos de conhecimento são explorados nas pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais?

Os objetos de conhecimento são explorados em pesquisas que enfatizam tanto o ensino como a formação dos professores, além de estarem presentes em diferentes contextos e com diversos instrumentos de produção de dados. Assim, entendemos que a exploração com estratégias variadas demonstra que a temática abordada permite novas investigações, mesmo que tenha identificado todos os objetos de conhecimento sobre triângulos referentes aos anos finais do ensino fundamental em pelo menos um artigo.

Ademais, as pesquisas evidenciam que, ao utilizar tecnologias digitais, a ênfase, muitas vezes, recai sobre habilidades técnicas, como construções elementares, em detrimento de habilidades aplicadas a um contexto com tecnologias digitais. Isso sugere a necessidade de uma exploração dos objetos de conhecimento com uma abordagem que promova não apenas a compreensão dos conceitos geométricos, mas, também, a sua aplicação de forma significativa em ferramentas digitais e no cotidiano dos estudantes.

Como as pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais podem contribuir para o desenvolvimento profissional docente?

As pesquisas relacionadas a essa temática podem contribuir para o desenvolvimento profissional docente ao indicarem estudos e práticas já realizadas, bem como áreas que necessitam de maior investigação e detalhamento. Por esse motivo, entendemos que a formação de professores deve ser inseparável das situações de ensino, o que contribui para o rompimento da dicotomia entre teoria e prática. Ao longo de cursos de formação, os professores desejam discutir sobre a prática docente e o que ocorre em sala de aula. Embora um dos descritores utilizados tenha sido “ensino”, não limitamos o *corpus* a análises de sala de aula e, inclusive, determinamos uma categoria sobre a formação de professores na subseção *Foco da investigação*, pois esperávamos encontrar um número mais significativo de artigos que contemplassem situações de ensino de geometria com tecnologias digitais em processos formativos.

Ao notarmos que os trabalhos analisados contemplam mais o ensino de geometria com tecnologias digitais do que a formação de professores com esses recursos, entendemos que podemos aproveitar os resultados encontrados nas vivências de sala de aula e levá-los para discussões em ambientes de formação, o que permite que os professores reflitam e, possivelmente, integrem as tecnologias digitais a suas aulas. O compartilhamento de experiências entre os pares lança luz à reflexão e ao desenvolvimento docente, ainda que esse compartilhamento ocorra por meio da leitura de um relato ou da observação da gravação de uma aula. Com isso, os professores podem se sentir mais seguros para planejar aulas de geometria com tecnologias digitais ao conhecerem estratégias e caminhos de outros colegas que funcionaram ou não.

Ao associarmos a RSL à BNCC, procuramos integrar as pesquisas a esse documento normativo vigente. No caso da BNCC, há uma competência geral em que se prevê a compreensão e a utilização de tecnologias digitais de forma “crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares)” (Brasil. MEC, 2018, p. 9), o que

indica um avanço nas normativas educacionais em direção à valorização do uso de tecnologias digitais em sala de aula. Entretanto, nem todos os currículos apresentam uma conexão com as tecnologias digitais e, por isso, essa RSL serve como indicativo de integração entre os objetos do conhecimento sobre triângulos que constam na BNCC e, conseqüentemente, na elaboração dos currículos, e no uso das tecnologias digitais em aulas de geometria.

Diante de uma geração de estudantes imersos no digital, os recursos utilizados para a integração das tecnologias digitais em aulas de geometria podem estimular e promover a participação dos estudantes em uma geometria não estática, mas dinâmica. As pesquisas sobre o ensino de triângulos com tecnologias digitais, como as que compuseram esta análise, podem contribuir para o desenvolvimento profissional docente ao apresentarem novos recursos e métodos aos professores que buscam por exemplos e relatos de experiências de seus pares com as tecnologias digitais. Para os professores, as pesquisas analisadas na RSL ampliam o repertório de recursos e os encorajam a vivenciar novos momentos em sala de aula, reconhecendo os desafios e as transformações advindas da inserção das ferramentas digitais.

Em suma, as pesquisas contribuem para o desenvolvimento profissional docente ao conscientizarem os professores sobre as limitações e os desafios associados ao uso de tecnologias digitais, bem como sobre o papel do professor nesse processo de constante modificação e atualização.

Considerações finais

Ao realizar uma RSL cujo objetivo foi identificar e descrever como o ensino de triângulos envolvendo as tecnologias digitais e os objetos de conhecimento da BNCC apresenta-se em pesquisas científicas, notamos que a temática de triângulos ainda é pouco explorada, mesmo sendo um conceito fundamental para o desenvolvimento matemático dos estudantes ao longo da educação básica.

A quantidade de artigos que compuseram o *corpus* de análise foi limitada, indicando que existem lacunas nesse campo de investigação. Reconhecemos que as escolhas para seleção e exclusão dos artigos influencia diretamente nos resultados encontrados, o que já é esperado em um processo de revisão sistemática (Petticrew; Roberts, 2006).

As pesquisas científicas não apresentaram uma homogeneidade nas abordagens teóricas que as compõem. Já em relação às abordagens metodológicas, identificamos a tendência em pesquisas naturalísticas, que analisam situações do dia a dia a partir de descrições baseadas em referenciais teóricos, mas sem a intenção de elaborar um novo modelo teórico. São propostos diferentes contextos de discussão com professores ou sugestões de uso das tecnologias digitais para a exploração dos objetos de conhecimento associados ao conceito de triângulos em sala de aula.

Com o avanço das tecnologias digitais, em todas as áreas do cotidiano, as pesquisas educacionais também apontam os diferenciais propostos por esses recursos, entre eles os *softwares* de geometria dinâmica. Isso direciona para a constituição de processos formativos que apresentem, explorem, discutam e integrem as tecnologias digitais dos momentos de formação inicial e/ou continuada, o que possibilita a vivência do professor no ambiente virtual, mediado por tecnologias, para que sua integração, em aulas de matemática, ocorra a partir do desenvolvimento e da reflexão docente.

Referências

- BAGGIOTTO, C. C.; BERNARDI, L. S.; GREGOLIN, V. M. GeoGebra em dispositivos móveis: o ensino de Geometria na perspectiva da educação matemática crítica. *Ensino da Matemática em Debate*, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 349-375, 2020.
- BAIRRAL, M. A.; MARQUES, F. J. R. Onde se localizam os pontos notáveis de um triângulo? Futuros professores de Matemática interagindo no ambiente VMT com GeoGebra. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 111-130, 2016.
- BARBOSA, J. C. Abordagens teóricas e metodológicas na educação matemática: aproximações e distanciamentos. In: OLIVEIRA, A. M. P.; ORTIGÃO, M. I. R. (Org.). *Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática*. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2018. p. 17-57. (Coleção SBEM, 13).
- BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). *Educação matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004.
- BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. *Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento*. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- COSTA, A. P. A Geometria na educação básica: um panorama sobre o seu ensino no Brasil. *Revista Educação Matemática em Foco*, [Campina Grande], v. 9, n. 1, p. 128-152, jan./abr. 2020.
- CURI, E. Algumas reflexões sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico no currículo de Matemática da cidade de São Paulo. *Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, [Recife], v. 12, n. 3, p. 1-19, ago. 2021.
- DEPAEPE, F.; VERSCHAFFEL, L.; KELCHTERMANS, G. Pedagogical content knowledge: a systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 12-25, Aug. 2013.
- GRAVINA, M. A. Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 1996, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Computação, 1996. p. 1-13.
- GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. Collaborative work in Mathematics teacher education. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, [Londrina], v. 12, n. 3, p. 275-283, 2019.
- GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. Knowledge Quartet: dimensões, pesquisas e reflexões sobre o conhecimento profissional do professor que ensina Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, SP, v. 34, n. 66, p. 268-293, jan./abr. 2020.

GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. O planejamento de tarefas de Geometria e a mobilização do conhecimento profissional docente. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, e21025, 2021.

GUTIÉRREZ-ARAUJO, R. E.; PAZUCH, V. Elaboração de objetos de aprendizagem com o software GeoGebra para o ensino de Geometria. *Revista BoEM*, Joinville, v. 6, n. 12, p. 55-74, dez. 2018.

GUTIÉRREZ-ARAUJO, R. E.; PAZUCH, V. Tarefas de geometria dinâmica com objetos de aprendizagem para a exploração e a investigação de conceitos geométricos. *Boletim Gepem: Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática*, [Seropédica], n. 74, p. 20-36, jan./jun. 2019.

HOMA-AGOSTINHO, I. R.; OLIVEIRA-GROENWALD, C. L. As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como um recurso didático no currículo de Matemática. *Uniciencia*, [Heredia], v. 34, n. 2, p. 153-170, jul./dic. 2020.

JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T. Reflexões em um espaço virtual de formação de professores de Matemática. *Zetetiké: Revista de Educação Matemática*, Campinas, v. 24, n. 45, p. 109-125, jan./abr. 2016.

KEPCEOGLU, I. Strategies of constructing shapes in Cabri. *Higher Education Studies*, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 1-8, 2018.

LAGO, R. C.; NÓS, R. L. Investigando teoremas de geometria plana com o GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 15-29, 2020.

MORAN, M. et al. O ensino da Geometria: entrevista com a professora Regina Maria Pavanello. *Educação Matemática em Revista*, Brasília, DF, v. 28, n. 79, p. 1-11, abr./jun. 2023.

NEVES, T. G.; BITTAR, M. Análise da prática de um professor no ensino da Matemática: possíveis reflexões em um processo de integração de tecnologias. *Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, [Recife], v. 5, n. 3, p. 1-23, 2015.

PALANCH, W. B. L.; CASTRO, A. D. D. Reflexões sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO INTERNACIONAL: HISTÓRIA DA PRODUÇÃO CURRICULAR EM MATEMÁTICA, 20., 2022, Osasco. *Anais... Osasco*: Ghemat, 2022. Disponível em: <<https://anais.ghemat-brasil.com.br/index.php/STI/article/view/95/221>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: causas e consequências. *Zetetiké: Revista de Educação Matemática*, Campinas, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1993.

PEREIRA, R. M.; FREITAS, A. V.; VICTER, E. F. Integrações tecnológicas com o Geogebra: uma proposta para professores que ensinam Matemática. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 29-44, 2015.

PEREZ, G. Formação de professores sob a perspectiva do desenvolvimento profissional. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Unesp, 1999. p. 263-282.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. *Systematic reviews in the social sciences: a practical guide*. [Oxford]: Blackwell, 2006.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

POON, K. K.; WONG, K. L. Pre-constructed dynamic geometry materials in the classroom: how do they facilitate the learning of 'Similar Triangles'? *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, [s. l.], v. 48, n. 5, p. 735-755, 2017.

POWELL, A. B. Construção colaborativa do conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo de professores de Matemática. *Boletim Gepem: Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática*, [Seropédica], n. 64, p. 88-103, jan./jun. 2014.

POWELL, A. B.; PAZUCH, V. Tarefas e justificativas de professores em ambientes virtuais colaborativos de geometria dinâmica. *Zetetiké: Revista de Educação Matemática*, Campinas, v. 24, n. 2, p. 191-207, maio/ago. 2016.

SÁNCHEZ, I. C.; CASTILLO, L. A. Uma antiga demonstração do teorema de Pitágoras desde a perspectiva da geometria dinâmica. *Bocehm: Boletim Cearense de Educação e História da Matemática*, [Fortaleza], v. 9, n. 26, p. 214-226, 2022.

SANTOS, A. V.; TRINDADE, A. K. B.; ARAUJO JUNIOR, F. P. S. Uma proposta de ensino de geometria plana com GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 3-14, 2020.

SARAIVA, M. J.; PONTE, J. P. O trabalho colaborativo e o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. *Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática*, Lisboa, v. 12, n. 2, p. 25-52, 2003.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, F.; PAZUCH, V. Conhecimentos geométricos mobilizados na prática do professor: knowledge quartet como ferramenta de análise. *Relime: Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, [Cidade do México], v. 26, n. 1, p. 47-80, 2023.

SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

Recebido em 21 de dezembro de 2023.

Aprovado em 7 de julho de 2024.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).