

Formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria: um panorama das pesquisas dos últimos anos

Continuing education of mathematics teachers and the geometry teaching: an overview of research in recent years

Educación continua y enseñanza de geometría: un escenario de las investigaciones en años recientes

Maria Cristina Rosa¹

Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0001-5986-7846>

Denize da S. Souza²

Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Doutora em Educação Matemática – Universidade Anhanguera -SP
<https://orcid.org/0000-0002-4976-893X>

Nailys M. S. Santos³

Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática
<https://orcid.org/0000-0002-5143-5050>

Resumo

Este artigo apresenta um mapeamento da produção científica realizada entre os anos de 2003 e 2019, acerca da temática formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria. Este estudo, sob uma perspectiva exploratória, apresenta 21 trabalhos divididos entre teses e dissertações, que tiveram como lócus, ambientes de formação continuada de professores com ênfase nos objetos geométricos. Como resultados, destacamos a existência de duas tendências didático-pedagógicas emergentes nesses espaços de formação continuada: geometria experimental e geometria computacional. Para além dessas tendências, as pesquisas foram classificadas, ainda de acordo com seus objetos de estudo, buscando fornecer coordenadas relevantes e contributivas a novas pesquisas sobre esta temática.

¹ mariacristina.rs@hotmail.com

² denize.souza@hotmail.com

³ nailys_sena@hotmail.com

Palavras-chave: Formação continuada, Ensino de geometria, Professores de matemática.

Abstract

This article presents a mapping of scientific production carried out between 2003 and 2019, on the theme of continuing education for mathematics teachers and the teaching of geometry. This study, from an exploratory perspective, presents 21 works divided between theses and dissertations, which had as their locus, environments of continuing education for teachers with an emphasis on geometric objects. As a result, we highlight the existence of two didactic-pedagogical trends emerging in these spaces of continuing education: experimental geometry and computational geometry. Besides these trends, research was further classified, according to its objects of study, seeking to provide relevant and contributory coordinates to new research on this topic.

Keywords: Continuing education, Teaching geometry, Mathematics teachers.

Resumen

Este artículo presenta un mapeo de la producción científica realizada entre 2003 y 2019, sobre la formación continua de profesores de matemáticas y la enseñanza de la geometría. Este estudio, desde una perspectiva exploratoria, presenta 21 trabajos divididos entre tesis y disertaciones, que tenían como locus entornos de educación continua para docentes con énfasis en objetos geométricos. Como resultado, destacamos la existencia de dos tendencias pedagógico-didácticas emergentes en los espacios de educación continua: geometría experimental y geometría computacional. Además de estas tendencias, dado que la investigación aún se clasifica, de acuerdo con sus objetos de estudio, con la intención de

proporcionar coordenadas relevantes y contribuyentes para nuevas investigaciones sobre este tema.

Palabras clave: Educación continua, Enseñanza de geometría, Profesores de matemáticas.

Formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria: um panorama das pesquisas dos últimos anos

Dentre os principais temas discutidos pela comunidade de educadores matemáticos sobre a temática da formação de professores, destaca-se a defasagem na formação geométrica desses docentes. Diferentes estudos, sinalizam essa constatação como uma das causas da vulnerabilidade quanto ao ensino destes conteúdos na educação básica, (Leme da Silva, 2008; Souza, 2015).

Esses autores, apontam que essas dificuldades podem estar relacionadas a diferentes aspectos do ensino da matemática ao longo dos anos, dentre eles, um certo abandono da geometria no currículo escolar, tendo origem no Movimento da Matemática Moderna na década de 1960. De acordo com Leme da Silva (2008), esse movimento propôs uma algebrização da geometria que culminou com as dificuldades dos professores em fazer tais abordagens, devido as lacunas conceituais em sua formação, fazendo com que esses conteúdos deixassem então, de ser abordados em sala de aula. Prova disso, são os baixos índices obtidos pelos alunos em exames de avaliações nacionais, demonstrando que os conteúdos de geometria ainda são selecionados e, por muitas vezes excluídos, não estando disponíveis em todos os currículos da educação básica.

Identificando tais lacunas, evidencia-se a necessidade de reformulações curriculares, que fomente o ensino de tais conteúdos, e também apontem novas estratégias para que esses conteúdos sejam inseridos na matriz curriculares de maneira efetiva. Para além de tais reformulações, torna se necessário investir na formação docente como uma oportunidade de alterar esse panorama, e atuar frente a essa problemática. Gatti et al. (2011) apontam para a existência de uma relação indissociável entre as reformulações curriculares e a formação de docente, uma vez que é a pessoa do professor que será responsável pela implementação destas normativas.

Neste contexto, percebemos que as novas concepções de ensino apresentadas pelos documentos curriculares nos anos de 1990, voltadas para a autonomia do aluno e desenvolvimento de competências, implicaram também em mudanças quanto à perspectiva da formação docente. Os programas que antes estiveram voltados para uma atualização de conhecimentos, passaram a atuar numa perspectiva de reflexão da prática e na construção dos saberes docentes para ensinar. Assim, identificamos no cenário nacional, a presença de diferentes modalidades de formação continuada, as quais buscam não apenas suprir a carência da formação inicial desses docentes, mas também, atualização quanto às inovações curriculares e tecnológicas para o ensino.

Os novos cenários de formação de professores também implicaram no foco das pesquisas realizadas nesses ambientes. Esse olhar passou a ser destaque nas pesquisas da área da Educação Matemática, como é sinalizado mais recentemente nos estudos Fiorentini et al. (2016). Houve um crescimento nas investigações, nessas últimas décadas, diversificando os seguintes contextos: vida, saberes, crenças, práticas e concepções dos professores que ensinam matemática.

Assim, frente ao cenário da problemática do ensino de geometria e os programas de formação continuada, surge o interesse em conhecer sobre quais contextos e focos de análise, as pesquisas realizadas em ambientes de formação de professores se constituem quanto ao ensino de geometria nos últimos anos. Isso contribuiu como base para fundamentar e situar novos estudos realizados sobre essa temática.

Diante disso, este artigo tem por objetivo apresentar os resultados de um mapeamento das pesquisas realizadas sobre a temática formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria nos últimos dezessete anos (2003-2019). É um estudo que explora essas pesquisas, a fim de conhecer em que contexto estão sendo desenvolvidos os programas de

formação docente voltados à problemática sobre o ensino de geometria, bem como, o foco de análise desses estudos.

Cabe destacar que este trabalho é um recorte de uma pesquisa de mestrado vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe – PPGECIMA/UFS. No trabalho, Rosa (2020) teve por objetivo investigar sobre os sentidos e significados que professores de matemática constroem durante sua participação em um processo de formação continuada sobre objetos geométricos.

Para tanto, utilizamos como banco de dados em nossas buscas, o site da CAPES e a Biblioteca Digital (BDTD). Para filtrar os estudos de nosso interesse, inicialmente, utilizamos como palavras chaves: “formação de professores” e “ensino de geometria”. No entanto, a partir da leitura desses trabalhos, identificamos que essas produções não estavam limitadas apenas à formação de professores, mas sim, relacionadas também a outros aspectos da investigação, como as crenças, concepções e o desenvolvimento profissional desses docentes. Desta forma, passamos a incluir também nas palavras chaves “desenvolvimento profissional” e “identidade docente”, no intuito de identificar as pesquisas que tiveram esse foco de análise em espaços de formação quanto ao ensino de geometria.

A partir deste mapeamento, identificamos vinte e um estudos, sendo, dezessete dissertações de mestrado e quatro teses de doutorado. Estas pesquisas são analisadas sob duas perspectivas em nosso trabalho: Na primeira, elas são analisadas e categorizadas quanto ao foco de análise das investigações. Por entendermos a relevância de conhecer quais são as tendências didático-pedagógicas em que a geometria está sendo abordada nesses ambientes de formação, apresentamos no segundo tópico, uma nova categorização evidenciando as tendências identificadas.

A formação de professores e o ensino de geometria: o corpus da pesquisa

Para composição do *corpus* desse estudo, fizemos a leitura dos resumos e algumas seções das pesquisas mapeadas. Selecionamos dezesseis dissertações de mestrado e quatro teses de doutorado, compondo o *corpus* desta primeira parte da análise. Cabe destacar que durante a busca, encontramos um número significativo de trabalhos realizados tendo como abordagem a formação de professores dos anos iniciais. Eles foram descartados, visto que nosso enfoque se restringiu apenas a formação de professores de anos finais do ensino fundamental e do ensino médio, considerando a formação inicial específica desses professores, sendo, portanto, licenciados em matemática, o público alvo de nosso estudo.

Durante a leitura dessas pesquisas, surgiu a seguinte inquietação: O que esses estudos sobre formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria têm investigado nos últimos anos? A partir dessa questão, passamos a classificar as pesquisas de acordo com seu foco de análise, obtendo cinco categorias, conforme expostas na Tabela 1.

Tabela 1.

Quantitativo de pesquisas mapeadas nos repositórios BDTD e CAPES (2003-2019)

FOCO DA ANÁLISE	PESQUISAS MAPEADAS		TOTAL EM PERCENTUAL
	Dissertações	Teses	
1. Saberes do conteúdo geométrico	6	1	33%
2. Mudanças de crenças, concepções e prática pedagógica	5	1	28%
3. Conhecimentos Pedagógico do Conteúdo (PCK) e Conhecimento do Conteúdo Pedagógico e Tecnológico (TPCK)	4	1	24%
4. Concepções quanto ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	2	-	10%
5. Desenvolvimento Profissional	-	1	5%
Subtotal	17	4	-
TOTAL	21 pesquisas		100%

A partir da Tabela 1, fica evidente que as pesquisas nacionais realizadas nessas duas últimas décadas corroboram com a discussão quanto à problemática do ensino da geometria,

embora, ainda de modo incipiente. A primeira categoria, nos indica que 33% das pesquisas realizadas em ambientes de formação continuada para professores de matemática com foco no ensino de geometria, buscaram investigar se os participantes se apropriaram dos conteúdos geométricos. Esse dado nos remete aos estudos como, Lorenzato (1995), Almouloud et al. (2004) e Caldato e Pavanello (2015), e que apontam para as lacunas na formação inicial do professor para ensinar geometria, justificando a necessidade de programas/cursos destinados a essa temática.

Neste sentido, também podemos justificar a segunda categoria apontando 28% das pesquisas destinadas a investigar as mudanças das concepções, crenças e prática pedagógica dos docentes participantes, como uma tendência já apontada por Ferreira (2003). A pesquisadora destaca que nesse período houve uma transformação nas concepções de formação. As pesquisas passaram a investigar e compreender o pensamento do professor, “como eles dão sentido ao seu mundo e que significados eles atribuem as suas experiências em programas de formação de professores”. (Cooney 1994, p. 612 *apud* Ferreira, 2003, p. 23).

No que se refere ao ensino de matemática, Ponte (2014) destaca dois aspectos quanto à formação docente nesse contexto: o conhecimento profissional e o desenvolvimento profissional. O autor evidencia que para um ensino de matemática de qualidade, o professor necessita apropriar-se dos conteúdos a serem ensinados, referindo-se ao conhecimento profissional. Quanto ao desenvolvimento profissional, o autor define como o protagonismo do professor, um movimento de dentro para fora, no qual o professor reflete sua prática, interpreta e conduz uma nova atuação.

Neste contexto, identificamos uma tese (Grinkraut, 2009) que, por meio de um estudo de caso, investigou o desenvolvimento profissional de dois professores em situação de formação continuada representando 5% das pesquisas selecionadas, aqui neste estudo.

Para Ponte (2014), é importante saber combinar a formação e o desenvolvimento profissional. Uma vez que os ambientes de formação devem abandonar a lógica da transmissão de conhecimentos e propiciar condições para a produção de saberes e reflexões sobre a prática, a fim de garantir o desenvolvimento profissional desses docentes.

Outra categoria, representando 24% das pesquisas mapeadas, é formada por trabalhos que investigaram especificamente os Conhecimentos Pedagógicos do Conteúdo, (PCK) fundamentados em Shulman (1986) quando reflete sobre os conhecimentos docentes. Para esse autor, não se pode considerar apenas o conhecimento do conteúdo a ser ensinado, mas também, a conexão entre os conhecimentos pedagógicos que irão nortear a prática docente. Isso significa, que a base para o conhecimento docente é o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

O Conhecimento do Conteúdo Pedagógico e Tecnológico (TPCK) trata-se de uma abordagem aplicada por Mishra e Koehler (2006) fundamentadas nos pressupostos de Shulman (1986) no que diz respeito à perspectiva da integração das tecnologias no ensino. Para os autores, os cursos de preparação para uso de tecnologias no ensino, em grande parte, priorizam que o professor tenha domínio daquela tecnologia desconsiderando as relações entre o ensino e o conteúdo específico a ser ensinado. Em outras palavras, o professor saber utilizar determinada tecnologia não é garantia de que ele saberá integrá-la ao ensino.

Sendo assim, as pesquisas desenvolvidas nessa categoria, se diferenciam das demais por buscarem identificar esses conhecimentos durante os cursos de formação continuada. As quais se desenvolveram em ambientes voltados às tecnologias, como o uso de Objetos de Aprendizagem, Softwares GeoGebra, *Geometricks* e outros recursos tecnológicos.

Representando 10% das pesquisas mapeadas, selecionamos estudos que também foram desenvolvidos em ambientes de formação continuada envolvendo tecnologias digitais para o ensino de geometria. No entanto, o objetivo das investigações dessa categoria, diferente das demais que focavam nas relações quanto aos conteúdos geométricos e prática pedagógica. As

pesquisas mapeadas nessa categoria, buscaram conhecer o entendimento dos professores e as contribuições quanto ao uso da geometria dinâmica para o ensino destes conteúdos.

Ainda, para um melhor panorama desses estudos, quantificamos essas pesquisas de acordo com a distribuição geográfica e quanto às instituições de origem, conforme apresentado na Tabela 2. Essa tabela indica a presença de pesquisas sobre a temática formação continuada de professores de matemática e o ensino de geometria em quatro das cinco regiões do país, com exceção apenas da região Norte, na qual nenhuma pesquisa sobre a temática foi localizada.

Tabela 2.

Distribuição das pesquisas por instituição e regiões (2003-2019)

Região	Instituição	Dissertação	Tese	Total Percentual por região
R. Sudeste	IFES - ES	1	0	76%
	PUC - SP	6	2	
	PUC -MG	1	0	
	UNESP- SP	2	1	
	UNIAN -SP	1	1	
	UNIBAN -SP	1	0	
R. Sul	FURG - RS	1	0	14%
	UTPR - PR	1	0	
	UFN - RS	1	0	
R. Nordeste	UFC - CE	1	0	5%
R. Centro-Oeste	UnB - DF	1	0	5%
R. Norte	-	0	0	-
TOTAL	11 instituições	17	4	100%

Durante a análise das pesquisas, identificamos o grande quantitativo de estudos desenvolvidas na região Sudeste, correspondendo a 76% dos estudos mapeados. Isso se justifica, por essa região concentrar o maior número de programas de Pós-Graduação na área da Educação Matemática, e Ensino de Ciências e Matemática. Bem como, a concentração dos grupos de estudos e pesquisas relacionados às temáticas desses trabalhos, (Tabela 3).

Tabela 3.

Grupos de estudos e pesquisas identificados nas pesquisas mapeadas (2003-2019)

Nome do Grupo	Instituição vinculada
Grupo de Pesquisa em Informática e Outras Mídias, e Educação Matemática (GPIMEM)	Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Tecnologias e Meios de Expressão Matemática (TecMEM)	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
Grupo de Pesquisa, Educação e Mídias (GRUPEM)	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)
Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre Aprendizagem Lúdica (GEPAL)	Universidade de Brasília (UnB-DF)

A existência desses grupos justifica a realização de pesquisas relacionadas às tecnologias digitais, com destaque para o GPIMEM (Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática), UNESP de Rio Claro-SP. Os componentes desse grupo oferecem cursos à distância *online* para professores de matemática. Há mais de dez anos, esse grupo pauta suas pesquisas nas concepções dos professores participantes a respeito do uso dos recursos tecnológicos, bem como as implicações desses cursos de formação na prática docente.

Quanto ao período em que essas publicações foram desenvolvidas, apontamos a ausência de pesquisa sobre a temática em questão, entre os anos de 2004 a 2006, e nos anos de 2010 e 2014. No ano 2018 também não foram localizados trabalhos, e para o ano de 2019 apenas uma publicação, no entanto, o pouco quantitativo de pesquisas nesses dois últimos anos, pode ser justificado por ainda não terem sido publicadas nos bancos de dados pesquisados, à época da construção desse mapeamento.

Ao buscarmos conhecer os aspectos metodológicos desses estudos, outra questão emergiu: Quais são as tendências didáticas e pedagógicas que essas pesquisas evidenciam? Assim, identificamos novas subcategorias: Geometria Computacional; Geometria Experimental, (Tabela 4).

Tabela 4.

Categorias e subcategorias das pesquisas mapeadas (BDTD-CAPES)

Foco da Análise	Geometria Computacional		Geometria Experimental	
	Dissertações	Teses	Dissertações	Teses
1. Saberes do conteúdo geométrico	Rocha (2008) Santana (2015) Gomes (2017)	Zulatto (2007)	Jesus (2008) Hartwig (2013) Santos Filho (2015)	
2. Mudanças de crenças, concepções e prática pedagógica			Pataki (2003) Santos (2007) Serralheiros (2007) Magni (2011) Oliveira (2016)	Manrique (2003)
3. Desenvolvimento Profissional		Grinkraut (2009)		
4. Conhecimentos Pedagógico do Conteúdo (PCK) e Conhecimento do Conteúdo Pedagógico e Tecnológico (TPCK)	Nifoci (2013) Oliveira (2017) Idem (2017) Lara (2019)	Poloni (2015)		
5. Concepções quanto ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	Nogueira (2015) Souza (2016)			

A partir dessa categorização, fizemos uma análise conforme as tendências didáticas-pedagógicas apresentando um panorama desses estudos quanto: aos pressupostos teóricos e procedimentos metodológicos mais aplicados. Esse panorama nos permitiu conhecer não apenas essas abordagens teórico-metodológica, mas sobretudo, os contextos em que se inserem a problemática em pauta.

As tendências didáticas pedagógicas para o ensino de geometria emergentes nos programas de formação continuada para professores de matemática

Os dados apresentados na Tabela 4 corroboram com os estudos de Andrade e Nacarato (2004), os quais realizaram uma pesquisa histórico-bibliográfica compreendendo os anos de 1987 a 2001, buscando investigar as tendências didático-pedagógicas emergentes para o ensino de geometria. Esses autores, caracterizaram a geometria computacional como uma tendência emergente para o ensino desses conteúdos, não diferente, em nosso estudo, essa categoria representou 57% das pesquisas mapeadas. As pesquisas desenvolvidas nesse contexto, tiveram

como foco o ensino de geometria desenvolvido em ambientes computacionais, por meio de *softwares*, como *Cinderella*, *Geometricks* e *Geogebra*, entre outras tecnologias integradas ao ensino.

Esse quantitativo de estudos sobre a temática se justifica pelo espaço que as tecnologias de informação e comunicação vem conquistando nos ambientes educacionais. Bem como, as diferentes possibilidades que esses *softwares* proporcionam, pois permitem ao aluno visualizar e manipular as diferentes formas geométricas tornando algo abstrato em algo manipulável na realidade virtual.

Haja visto que a formação inicial desses professores não supre a carência em relação à utilização desses recursos tecnológicos. Emerge, então, a necessidade de se oferecer cursos de formação continuada voltados para a temática, pois, nesse cenário, o professor assume um novo papel frente à sala de aula.

Por meio de TIC, o professor passa do detentor e difusor de conhecimentos para o papel de orientador de equipes engajadas em uma ascensão na qual todo mundo dá o melhor de si mesmo. Cada etapa envolve uma adaptação e novas formas de trabalho, cada vez mais profunda e desestabilizante. (Almouloud, 2018, p. 207)

Quanto às metodologias de pesquisas utilizadas nesses estudos, destacamos a Engenharia Didática proposta por Michele Artigue no início dos anos 1980. Essa metodologia é caracterizada por um esquema experimental, com base na construção, realização, observação e análise de sessões de ensino, utilizada em pesquisas que estudam os processos de ensino e aprendizagem de objetos matemáticos. (Almouloud, 2007)

Os pesquisadores que utilizaram essa metodologia de pesquisa, pautaram-se em desenvolver sequências didáticas envolvendo diferentes conteúdos de geometria, como geometria hiperbólica, teorema do ângulo externo, geometria plana e espacial. Outros pesquisadores apontam a utilização dos *softwares* em diferentes atividades, destacando os estudos de Oliveira (2017) e Gomes (2017). O primeiro, propôs o uso do GeoGebra para uma

articulação entre os conteúdos de geometria e funções. Gomes (2017) apresentou em sua pesquisa a produção de vídeos sobre a história da matemática como uma estratégia para formação continuada relacionando aos conteúdos geométricos.

Nessas pesquisas, a coleta de dados foi realizada por meio de observação participante, questionários, entrevistas, análise dos materiais produzidos durante os encontros, relatos e discussões nos fóruns. Cabe destacar que dentre os onze estudos desta subcategoria, três deles foram na modalidade semipresencial, desenvolvidos por meio da plataforma *Moodle*, que se trata de um *software* de livre acesso que facilita a criação e administração de cursos *online*.

De acordo com o novo documento de orientações curriculares, (Base Nacional Comum Curricular, BNCC), “ao aproveitar o potencial de comunicação do universo digital, a escola pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes.” (Brasil, 2017, p. 61). Assim, esse documento explicita, já nas competências gerais para a educação básica, a necessidade da inserção dessas tecnologias no ensino.

Os estudos analisados nesta categoria, sinalizam a defasagem quanto à formação docente para atuarem nesses ambientes computacionais, ressaltando a necessidade de novas oportunidades de formação para os professores. Da mesma forma, essas pesquisas demonstram a importância de estudos, que propaguem suas experiências com a formação continuada de professores sobre essa temática.

Para a segunda subcategoria (geometria experimental), selecionamos as pesquisas que abordaram durante os encontros de formação de professores, outros processos de ensino de geometria que não estavam relacionados às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Ao selecionarmos esses trabalhos utilizamos como referência para a classificação, a propositura dada por Andrade e Nacarato (2004) quando apresentam as características dessa tendência didático-pedagógica para o ensino de geometria. Que são:

atividades de experimentações por meio de manipulações de objetos concretos; representações, através de desenhos e construções de modelos; resolução de problemas; construção de conceitos pelo aluno através da produção/negociação de significados ou por meio de atividades diretivas; contextos de provas e argumentações. (Andrade & Nacarato, 2004, p.05)

Para esses autores, a gênese dessa tendência está na pedagogia ativa, originada no Brasil nos anos de 1920, com o advento do Movimento da Escola Nova, tendo como objetivo superar o ensino tradicional e tornar o aluno ativo no processo de aprendizagem. Motivada pelas correntes da psicologia que adentraram nesse cenário no início do século XX, a escola passa a se preocupar com os aspectos cognitivos dos alunos, buscando compreender como o aluno aprende.

De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012), além desses estudos da psicologia, os autores apontam como contribuição para o ensino de matemática, o advento das pesquisas em Educação Matemática que no Brasil teve início no final dos anos 1970, a partir do Movimento da Matemática Moderna.

Essas pesquisas apresentaram novas metodologias de ensino, dando espaço às atividades lúdicas, à manipulação e à experimentação e argumentação. Isso se deu, em resultado do surgimento da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), juntamente com os primeiros programas de pós-graduação em Educação Matemática, assim como, os grupos de estudos e pesquisas voltados para a elaboração de um novo currículo para o ensino de matemática (Fiorentini & Lorenzato, 2012).

Neste contexto, emergiu a necessidade de formação docente para que tais metodologias pudessem ser desenvolvidas em sala de aula. Assim, identificamos que as pesquisas desenvolvidas na perspectiva da geometria experimental, pautaram-se em abordar conteúdos de geometria contemplando os processos de significações do conteúdo, por meio de atividades exploratórias, como a resolução de problemas, uso de materiais manipuláveis e construção de

modelos. Foram envolvidos os conteúdos de trigonometria, ângulos e geometria esférica, por meio das construções geométricas.

Ainda, identificamos nesses estudos que essas intervenções, foram desenvolvidas em diferentes contextos de formação continuada, como oficinas de matemática, disciplinas de curso de Pós-graduação. Também evidenciamos três pesquisas desenvolvidas no Programa Observatório da Educação (Obeduc), que se trata de um programa de parceria entre a Capes e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Esse programa foi instituído no ano de 2006, tendo como objetivo fomentar estudos e pesquisas em Educação, que utilizem a infraestrutura disponível nas Instituições de Educação Superior e as bases de estudos do INEP.

Quanto às metodologias utilizadas, evidenciamos dentre as nove pesquisas desta subcategoria, quatro que utilizaram sequências didáticas para desenvolverem as atividades. Contudo, três delas utilizaram as sequências como metodologia de pesquisa, pautando-se nos pressupostos da Engenharia Didática. Por sua vez, Santos Filho (2015) utilizou uma sequência didática interdisciplinar, abordando conteúdos de geometria e geografia, fundamentando-se em Zabala (1998), como estratégia didática para abordar o conteúdo de geometria esférica, não a categorizando como sua metodologia de pesquisa.

É importante ressaltar que há uma diferença entre o termo sequência didática aplicado a Engenharia Didática e por Zabala. No contexto das pesquisas da Didática da Matemática, a ideia de sequência didática apresenta por Zabala refere-se a um modelo de sequência de ensino e, portanto, não vista como metodologia de pesquisa. Na Didática da Matemática, a sequência didática mesmo com estrutura de sequência de ensino, é aplicada como metodologia de pesquisa, cujos procedimentos recorrem ao método de pesquisa da Engenharia Didática sistematizada por M. Artigue nos anos de 1980.

Ainda no que diz respeito aos procedimentos metodológicos para coleta de dados, essas pesquisas utilizaram: questionários, entrevistas semiestruturadas, análise das atividades desenvolvidas durante os encontros, observação participante e diário de bordo. As principais referências teóricas desses estudos são apresentadas a seguir, na Tabela 5:

Tabela 5.

Principais autores que fundamentaram as pesquisas sobre geometria experimental

Autores	Temáticas de Fundamentação
De Villiers; Garnica; Duval; Egret; Bicudo	Uso de demonstrações em matemática
Abrantes Ponte, Brocardo; Oliveira	Tarefas exploratório-investigativas
Andrade e Nacarato	Tendências didáticos pedagógicas para o ensino de geometria
Nasser; Sant'Anna; Lorenzato; Andrade	Ensino de geometria

Conhecer esses autores, contribui com o nosso objetivo neste estudo, uma vez que fundamentam e evidenciam as principais tendências pedagógicas para o ensino destes conteúdos, contribuindo não apenas com as pesquisas que ainda podem surgir sobre a temática, mas também como aporte teórico para os professores que atuam em sala de aula, que em seu dia a dia deparam-se com diversas dificuldades pedagógicas em relação ao ensinar tais conteúdos.

Considerações Finais

A questão da problemática do ensino de geometria evidenciada desde os anos de 1990 por diferentes pesquisadores, como Pavanello (1993) e Lorenzato (1995), aponta esse cenário como resultado das mudanças oriundas do Movimento da Matemática Moderna (MMM), a qual passou a exigir dos professores conhecimentos que não faziam parte de sua formação, acarretando em um certo abandono do ensino desses conteúdos na educação básica. Essa conjuntura ainda se estende até os dias atuais, ficando evidente nos sistemas de avaliações

nacionais, em que os conteúdos geométricos se destacam pelos baixos índices de rendimento dos alunos.

Dentre as estratégias desenvolvidas para sanar ou ao menos minimizar essas lacunas, estão as reformulações curriculares apontando a importância de articular o campo geométrico aos demais campos da matemática, a fim de resgatar o ensino desses conteúdos na educação básica. Para tanto, como já apontado, a dificuldade encontra-se principalmente na formação do professor, a quem ficará a incumbência de efetivamente incluir ou não esses conteúdos no rol de temas a serem ensinados.

Neste contexto, se inserem as políticas públicas de formação continuada, buscando propiciar aos professores, espaços para refletirem sobre sua prática, construindo e reconstruindo seus saberes docentes, podendo ser identificados dentre eles, programas destinados especificamente a formação docente quanto aos objetos geométricos, bem como, o surgimento de diferentes pesquisas realizadas nesses espaços.

Em meio a essa conjuntura, este artigo teve por objetivo mapear e apresentar as pesquisas que foram realizadas em ambientes de formação continuada para professores de matemática nos últimos anos, tendo como temática o ensino de objetos geométricos. Como recorte temporal, estabelecemos os anos de 2003 a 2019, mapeando 17 dissertações e 4 teses.

Estas pesquisas foram analisadas sob duas perspectivas, a primeira evidenciando o foco da análise desses estudos, obtendo cinco categorias, sendo elas: trabalhos que investigaram a apropriação dos saberes do conteúdo geométrico pelos professores participantes, as mudanças de crenças, concepções e prática pedagógica, o desenvolvimento profissional dos docentes, o Conhecimentos Pedagógico do Conteúdo (PCK) e Conhecimento do Conteúdo Pedagógico e Tecnológico (TPCK), e as Concepções quanto ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

A segunda análise tornou-se necessária por buscarmos compreender o contexto em que essas formações têm acontecido e conhecer quais são as tendências didático-pedagógicas emergentes nos espaços de formação continuada sobre a temática. Ao final, identificamos duas categorias: as pesquisas desenvolvidas com foco na Geometria Dinâmica e as com foco na Geometria experimental.

Esses resultados corroboram com o recente estudo de Gatti et al. (2019) sobre o cenário da formação docente no Brasil, o qual aponta os esforços das políticas públicas em superar a formação docentes meramente técnica e pouco reflexiva. Isso fica evidente, quando identificamos a existência de pesquisas que buscam identificar essas questões, como mudança de crenças e concepções, desenvolvimento profissional e a construção dos conhecimentos pedagógicos.

Ainda, destaca-se o número de pesquisas que se desenvolveram em espaços priorizando a Geometria Computacional, a qual representa 57% desses estudos. Pode-se ainda, ser justificado pela ascensão dos recursos tecnológicos nos últimos anos, juntamente com as orientações das normativas curriculares que apontam as contribuições do uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo de ensino aprendizagem. Neste contexto, buscando a inserção de tais recursos, identifica-se a expansão de programas e cursos de formação destinados especificamente para essa temática.

Para tanto, esperamos com esta pesquisa, fomentar as discussões em torno das questões da problemática quanto ao ensino de geometria e à formação docente, ao apontarmos este panorama, a fim de que novos estudos possam surgir, ampliando-se o universo das pesquisas sobre a temática.

Referências

- Almouloud, S. A.; Manrique, A. N.; Silva, M., J. F. & Campos, T. M. M. (2004). A geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. *Revista Brasileira de Educação*, 27, p. 94-108.
- Almouloud, S. (2007). *Fundamentos da didática da matemática*. Paraná: Editora da Universidade Federal de Paraná.
- Almouloud, S. A. (2018). Integração de tecnologias digitais no ensino: reflexões sobre práticas e formação de professores. *Revista Debates em Educação*, 10 (22), p.206-230. <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2018v10n22p205-230>.
- Andrade, J. A. A. & Nacarato, A. M. (2004). Atuais tendências didático-pedagógicas no ensino de geometria: um olhar sobre os anais dos ENEM's. *Anais do VIII ENEM*. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/files/viii/pdf/06/CC20104840889>.
- Caldatto, M. E. & Pavanello, R.M. (2015). Um panorama histórico do ensino de geometria no Brasil: de 1500 até os dias atuais. *Quadrante*, 24 (1), p. 103-128. Disponível em: <https://quadrante.apm.pt/index.php/quadrante/article/view/63>.
- Ferreira, A. C. (2003). Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de matemática. In: D. Fiorentini, (org.) *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. (p. 19- 41). Campinas, SP: Mercado das Letras.
- Fiorentini, D.; Passos, C. L. B. & Lima, R. C.R. (2016). *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática:2001-2012*. Faculdade de Educação Unicamp. Disponível em: https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/pagina_basica/58/e-book-mapeamento-pesquisa-pem.pdf.
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Gatti, B. A.; Barretto, E. S. de S. & André M. E. D. A. (2011). *Políticas docentes no Brasil: um estado da arte*. UNESCO.
- Gatti, B. A.; Barretto, E. S. de S.; André M. E. D. A. & Almeida, P. C. A. (2011). *Professores do Brasil: novos cenários de formação*. UNESCO.
- Gomes, L. F. (2017). *Vídeos didáticos e atividades baseadas na história da matemática: uma proposta para explorar as Geometrias não euclidianas na formação docente*. [Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2404>.
- Grinkraut, M. L. (2009). *Formação de professores envolvendo a prova matemática: um olhar sobre o desenvolvimento profissional*. [Tese de Doutorado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11409>.
- Hartwig, S. C. (2013). *Formação continuada de professores: um olhar sobre as práticas pedagógicas na construção de conhecimentos geométricos*. [Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências Universidade Federal do Rio Grande]. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/4799>.

- Idem, R. C. (2017). *Construcionismo, conhecimentos docentes e o GeoGebra: uma experiência envolvendo licenciandos em matemática e professores*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/152415>.
- Jesus, G. B. de. (2008). *Construções geométricas: uma alternativa para desenvolver conhecimentos acerca da demonstração em uma formação continuada*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11316>.
- Lara, D. S. (2019). *Conhecimento pedagógico do conteúdo no ensino de geometria elementar: contribuições de um espaço formativo*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Franciscana de Santa Maria]. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/handle/UFN-BDTD/735>.
- Leme da Silva, M. C. (2008). Que geometria moderna para as escolas do Brasil e de Portugal? *Revista Diálogo Educacional*, 8 (25), p. 689- 699.
- Lorenzato, S. (1995). Porque não ensinar geometria? *A Educação Matemática em Revista*, 4, p.03-13.
- Magni, R. J. M. (2011). *Formação continuada de professores de matemática: mudanças de concepções sobre o processo de ensino e aprendizagem de geometria*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo]. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/3655>.
- Manrique, A. L. (2003). *Processo de formação de professores em geometria: mudanças de concepções e práticas*. Tese de Doutorado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Mistério da Educação (MEC). (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Secretaria de Educação Básica, Brasília.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), p. 1017-1054.
- Nifoci, R. E. M. (2013). *Conhecimentos revelados por professores em um curso de formação continuada para a utilização de Objetos de Aprendizagem*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/10970>.
- Nogueira, C. A. (2015). *Ensino de geometria: concepções de professores e potencialidades de ambientes informatizados*. [Dissertação de Mestrado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de Brasília]. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18664>.
- Oliveira, S. C. (2016). *(Re)construção do pensamento geométrico de professores sobre transformações geométricas*. [Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo]. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3932029.
- Oliveira, W. A. (2017). *Tecnologias digitais na formação continuada: situações de ensino articulando geometria e funções*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Anhanguera de São Paulo]. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/handle/123456789/12180>.

- Pataki, I. (2003). *Geometria esférica para a formação de professores: uma proposta interdisciplinar*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11236>.
- Pavanello, R. M. (1993). O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. *Revista Zetetike*, 1 (1), p. 07-17. <https://doi.org/10.20396/zet.v1i1.8646822>.
- Poloni, M. Y. (2015). Formação continuada de professores de matemática: recursos didáticos para o ensino de trigonometria. [Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Anhanguera de São Paulo]. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2912824.
- Ponte, J. P. (2014). *Práticas profissionais dos professores de matemática*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Rocha, M. V. (2008). *Uma proposta de ensino para o estudo da geometria hiperbólica em ambientes de geometria dinâmica*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11370>.
- Rosa, M. R. (2020). *Sentidos e significados de professores de matemática: estudo sobre um processo de formação continuada em um município sergipano*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Sergipe].
- Santana, M. A. (2015). *Proposta de abordagem do teorema do ângulo externo na formação continuada de professores de matemática da educação a distância (EaD) com o uso do GeoGebra*. [Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará]. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/11004>.
- Santos, J. A. (2007). *Formação continuada de professores em geometria por meio de uma plataforma de educação a distância: uma experiência com professores de ensino médio*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11278>.
- Santos Filho, E. F. (2015). *Trigonometria esférica, um ambiente não euclidiano: abordagem introdutória em um curso de formação continuada de professores*. [Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais]. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_SantosFilhoEF_1.pdf.
- Schulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher*. 15 (2), p. 4 -14.
- Serralheiro, T. D. (2007). *Formação de professores: conhecimentos, discursos e mudanças na prática de demonstrações*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo: PUC/SP.
- Souza, D. S. (2015). *O universo explicativo do professor de matemática ao ensinar o teorema de Tales: um estudo de caso na rede estadual de Sergipe*. [Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Anhanguera de São Paulo]. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com//handle/123456789/3475>.

Souza, L. B. (2016). *Tecnologias digitais na educação básica: um retrato de aspectos evidenciados por professores de matemática em formação continuada*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/148550>.

Zabala, A. (1998). *Prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Recebido em: 18/03/2020

Aprovado em: 29/06/2020