

Contribuições do GeoGebra para o Ensino de Funções: o que revelam algumas pesquisas brasileiras

GeoGebra's Contributions to the teaching of Functions: what some Brazilian researches reveal

Antonio Carlos Pereira Leite¹
Adriana Fátima de Souza Miola²

Resumo: O presente artigo teve, como objetivo, analisar as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de funções nas pesquisas brasileiras. Para isso, optamos pela metanálise como metodologia de pesquisa por meio de uma abordagem qualitativa. Realizamos uma busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e dissertações (BDTD) e encontramos 43 pesquisas referentes à utilização do GeoGebra como ferramenta para o ensino de funções e, dentro desse conjunto, encontramos 34 pesquisas desenvolvidas na Educação Básica e 9 (nove) pesquisas na Formação Inicial de professores. As pesquisas no conjunto que envolvem a Educação Básica mostraram resultados bastante significativos com a utilização do GeoGebra no ensino de funções, destacando-se, principalmente, o dinamismo, os recursos visuais como facilitadores para que esses conteúdos sejam assimilados pelos estudantes e para serem propostos pelos professores. Dentro do subconjunto referente ao ensino superior, identificamos apenas uma pesquisa com professores do curso em licenciatura em Matemática e as demais pesquisas foram realizadas com estudantes licenciandos de curso de Matemática e revelam que a utilização do GeoGebra em sala de aula traz dinamismo e facilita a realização de atividades investigativas e a exploração e visualização de propriedades.

Palavras-chave: Função; Ensino de Matemática; GeoGebra.

Abstract: This article aimed to analyze the contributions of GeoGebra to the teaching and learning of functions in Brazilian research. For this, we opted for meta-analysis as a research methodology through a qualitative approach. We carried out a search in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and found 43 researches referring to the use of GeoGebra as a tool for teaching functions, and within this set, we found 34 researches developed in Basic Education and 9 researches in the Initial Formation of teachers. Research in the set involving Basic Education showed very significant results with the use of GeoGebra in teaching functions, in which it highlighted mainly the dynamism, the visual resources as facilitators for these contents to be assimilated by students and to be proposed by teachers. Within the subset referring to higher education, we identified only one survey with teachers of the Mathematics degree course and the other surveys were carried out with Mathematics degree students and reveal that the use of GeoGebra in the classroom brings dynamism and facilitates the conducting investigative activities and exploring and viewing properties.

Keywords: Function; Mathematics Teaching; GeoGebra.

¹ Licenciado em Matemática pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). E-mail: antoniocaros15@gmail.com

² Doutora em Educação Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Docente do Curso de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). E-mail: adrianamiola@ufgd.edu.br



Considerações Iniciais

O ensino de Matemática encontra grandes desafios a serem vencidos em todas as etapas de aprendizagem, seja no Ensino Fundamental, no Ensino Médio ou durante o Ensino Superior. Assim sendo, com o ensino de funções não é diferente e muitos alunos iniciam o primeiro ano do Ensino Médio com inúmeras dificuldades que estão relacionadas a lacunas na aprendizagem desde o Ensino Fundamental e que dificultam a compreensão das relações existentes sobre funções.

Dessa maneira, a escolha do tema desta pesquisa também surgiu a partir de reflexões e questionamentos sobre o ensino de funções, desde a época da escola básica e que se intensificou na graduação a partir dos projetos e, principalmente, da disciplina Prática de Ensino de Matemática V, na qual o acadêmico pode compreender a definição de função com a ótica em suas aplicações no cotidiano.

Neste sentido, ressaltamos que, em meio a inúmeros desafios no ensino, o uso dos softwares como ferramenta de ensino e de aprendizagem é capaz de tornar as aulas mais dinâmicas e, de modo especial, a utilização do GeoGebra como ferramenta de ensino pode possibilitar e despertar o protagonismo de alunos, pois se trata de uma ferramenta importante no ensino de Matemática. Essa visão é corroborada pela Base Nacional Comum Curricular BNCC, que propõe, como uma das competências a serem trabalhadas em sala, a capacidade de:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 09).

Além disso, vários estudos têm sido realizados com o intuito de mostrar as contribuições do GeoGebra para o ensino de funções e, partir disso, este trabalho apresenta a seguinte questão: O que revelam as pesquisas brasileiras sobre as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de funções? Para responder essa questão, apontamos o seguinte objetivo: analisar as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de funções nas pesquisas brasileiras.

Contribuições das Tecnologias Digitais para o Ensino de Matemática

O software tomado como objeto de estudo, como já destacado, foi o GeoGebra, que é um software gratuito de Matemática dinâmica e que reúne recursos de geometria, álgebra, estatística, cálculo, entre outras. Segundo Araújo (2014), os dados indicam que o

GeoGebra possui uma grande facilidade de manipulação, proporcionando uma interação entre os estudantes e a construção de novos conceitos e formas de representação gráfica.

Durante este estudo, poderemos observar que o GeoGebra foi utilizado nas pesquisas para a realização de simulações e representação geométrica das situações trabalhadas, sendo possível ir além das tecnologias artesanais (lápiz e papel), pois ele possibilita uma relação entre dois conjuntos, o conjunto das tecnologias artesanais e digitais, e, desse modo, provocar uma reflexão ampla para o ensino de funções.

Segundo Silva (2016), o GeoGebra destaca-se como um software pedagógico que proporciona interação, manipulação e dinamismo nas atividades, dispensando as tecnologias artesanais como régua, transferidor e compasso que acabam se tornando menos precisas. Dessa forma, as tecnologias digitais que surgem nesse processo de ensino e de aprendizagem possibilitam ao estudante o desenvolvimento de um olhar crítico e o protagonismo em suas ações de experimentação, de construção, para o surgimento de novos conceitos nas resoluções de problemas matemáticos e no desenvolvimento social.

Neste sentido, é importante destacar que, atualmente, estamos vivenciando o uso das tecnologias digitais em Educação Matemática, mas que esse momento é fruto de um processo de ensino e de aprendizagem da Matemática que vem sendo transformado desde o Movimento da Matemática Moderna. Essa transformação tem, como base, abandonar o ensino tradicional tecnicista e buscar Metodologias de ensino, que possam motivar os alunos para o estudo, colocar sentido nos conteúdos trabalhados na sala de aula e preencher as lacunas da aprendizagem matemática deixada por esse movimento. Nesse contexto, a utilização de recursos didáticos, como os softwares educativos no ensino de Matemática, vem ganhando cada vez mais espaço na literatura, como, por exemplo, o trabalho de Seymour Papert na década de 1970 que criou o programa logo, sendo um dos primeiros programas que surgiram aplicado à educação (FIOLHAIS, TRINDADE, 2003).

Esse processo de produção de conhecimento matemático no Brasil é descrito por Borba, Silva e Gadanides (2014) quando sintetizam o uso das tecnologias digitais em quatro fases. Para os autores, a primeira que teve início por volta de 1970 a 1980, quando surgiram as tecnologias informáticas ou computacionais, que é o caso já citado no parágrafo anterior do trabalho de Seymour Papert com o software LOGO, no qual os autores destacam a natureza investigativa do software e a visão de Papert de reconstruir uma matemática com aprendizagem efetiva.

A segunda fase teve início em meados de 1990, na qual aconteceu a popularização dos computadores pessoais e de diversos softwares, principalmente a utilização desses softwares que têm características dinâmicas, visual e de representações de funções como o Winplot, o Fun e o Graphmatica, que geram representação gráfica, assim como o

GeoGebra que foi criado, posteriormente, em 2001 e adota essas características, proporcionando vários caminhos na elaboração e resolução de atividades.

A terceira fase teve início por volta de 1999 com a expansão do uso da internet na educação, surgindo então a expressão tecnologias da informação e da comunicação, momento em que professores e alunos passam a estreitar as relações por meio da internet e dá início a realização de cursos a distância, fórum de discussões e formação inicial e continuada de professores através do desenvolvimento de softwares surgidos na segunda fase.

Na quarta fase, com início em 2004, passa-se a ser usado o termo tecnologias digitais, estendendo-se até o momento que estamos vivenciando na atualidade com o uso das tecnologias móveis, a utilização das redes sociais que geram discussões e troca de informações nos grupos e nos compartilhamento e postagem de vídeos no YouTube. Contudo, percebemos vários cenários em que a Matemática passa a ir além dos limites da sala de aula.

É importante dizer que as fases destacadas são uma construção desse processo de ensino e de aprendizagem e que uma fase é condizente com o seu momento histórico, constituindo-se em uma base para o desenvolvimento das fases posteriores, atuando todas de modo integrado. Neste sentido, é preciso ressaltar que, em meio a inúmeros desafios no ensino, o uso dos softwares, como ferramenta de ensino e de aprendizagem, é capaz de tornar as aulas mais dinâmicas e que, apesar de décadas de estudos e as inúmeras mudanças alcançadas no ensino de Matemática com a utilização das tecnologias em sala de aula, esse é um assunto ainda em aberto. Portanto, o ensino de Matemática não pode deixar de considerar as novas estratégias de pesquisa e ensino sobre a implementação da tecnologia na prática docente (MISKULIN, 2006).

Desenvolvimento da Pesquisa

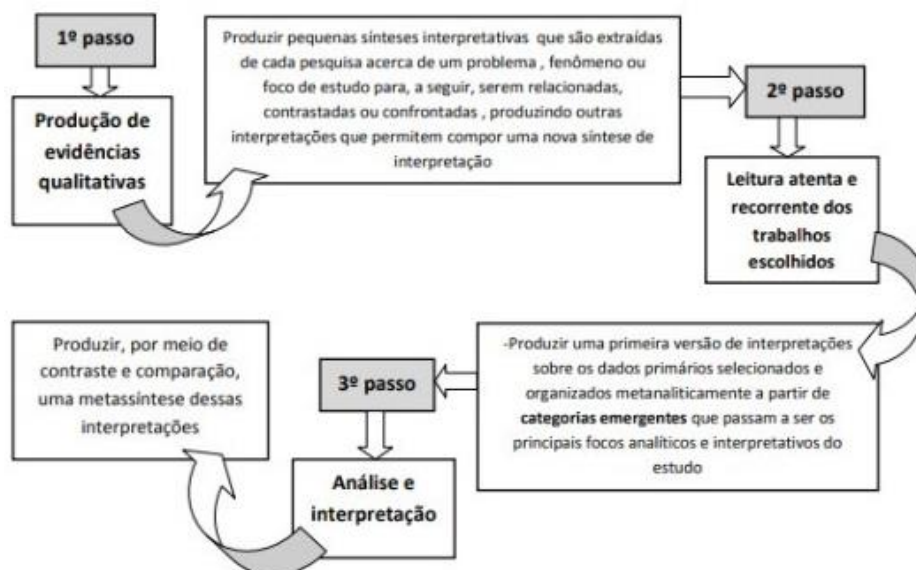
Para realizar este estudo, buscamos por pesquisas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) por meio do campo busca avançada e mediante as palavras chaves: Função, Educação Matemática e GeoGebra. Cada palavra-chave foi adicionada no campo de busca avançada, não limitamos nenhum período e, nessa primeira ação metodológica, foram encontradas 43 pesquisas.

Para avaliar os trabalhos encontrados, realizamos uma metanálise qualitativa, entendida por Fiorentini e Lorenzato (2009), como metodologia de pesquisa por meio de uma abordagem qualitativa. Para Fiorentini e Coelho (2012), o objetivo dessa metodologia é: “[...] adquirir maior compreensão e atingir um nível conceitual ou de desenvolvimento teórico além do que foi obtido nos estudos individuais, produzindo novas compreensões e

perspectivas, de modo que o todo resulte maior do que a soma aritmética das partes” (p. 1056).

Neste sentido, a metodologia de pesquisa apresenta uma sequência de ações com o intuito de realizar uma análise crítica, uma síntese dos resultados encontrados e, assim, nesse espaço, produzir novas conclusões. Essas ações são apresentadas por Fiorentini e Coelho (2012), em três passos: produção de evidências qualitativas, leitura atenta e recorrente dos trabalhos escolhidos e análise e interpretação, como mostra a figura a seguir:

Figura 1: Procedimento metodológico da metanálise qualitativa ou metassíntese.



Fonte: adaptado de Fiorentini e Coelho (2012).

Dando sequência a nossa proposta metodológica, procuramos destacar, a partir do primeiro passo, quais pesquisas foram realizadas na Educação Básica e na Formação Inicial de Professores. A partir disso, identificamos, nas 43 pesquisas encontradas, que apenas 9 (nove) pesquisas foram na Formação Inicial de Professores e 34 pesquisas foram realizadas na Educação Básica.

Desse modo, na sequência, realizamos a leitura dos trabalhos, procurando observar, principalmente, a relação entre o resumo e as considerações finais para destacar os dados mais emergentes que são mais abordados e discutidos nos trabalhos. Cabe salientar que, a partir da leitura das pesquisas, algumas foram descartadas por não atender o nosso objetivo. Nessa ação, identificamos que as pesquisas realizadas revelam que seria inviável ao professor ficar construindo inúmeros gráficos de funções no quadro, o que levaria muito tempo e não traz dinamismo às aulas, novamente reforçando a importância da utilização do GeoGebra.

A partir desses passos, realizamos a extração de informações de dados pré-existentes a partir da junção de resultados das pesquisas encontradas, combinando os desses estudos, permitindo sintetizá-los ou mesmo extrair novas conclusões, como também identificar as contribuições que essas pesquisas têm para o ensino de função por meio do GeoGebra, contribuições que serão apresentadas na próxima seção.

As contribuições do GeoGebra para o ensino de funções reveladas pelas pesquisas brasileiras: discussões dos resultados

A partir das pesquisas analisadas, podemos observar algumas reflexões sobre o ensino de Matemática e, principalmente, o ensino de funções, procurando destacar as principais dificuldades encontradas no ensino desse conteúdo e a maneira como o GeoGebra surge como ferramenta que potencializa a exploração das funções.

Dessa maneira, a partir das análises realizadas, organizamos os dados conforme apresentamos no quadro 1, abaixo, que está organizado em duas vertentes principais estudadas e já citadas anteriormente. Desse modo, as pesquisas estão organizadas em ordem da mais antiga até a mais recente e os níveis distribuem em primeiro, as pesquisas na Formação Inicial (FI) e, em um segundo momento, as pesquisas desenvolvidas na Educação Básica (EB).

Quadro 1: Levantamento bibliográfico na BDTD sobre o ensino de funções com a utilização do GeoGebra.

Autor	Título	Nível	Instituição	FI/EB
Nicacio (2013)	Uma justificava da validade do teorema fundamental da álgebra para o ensino médio	Dissertação	UFRN	FI
Grande (2013)	Um estudo epistemológico do Teorema Fundamental do Cálculo voltado ao seu ensino	Tese	PUC/SP	FI
Freitas (2015)	A influência de organizações didáticas no trabalho matemático dos estagiários da licenciatura: um estudo da função exponencial	Dissertação	PUC/SP	FI
Gonçalves (2016)	O transitar entre a Matemática do Matemático, a Matemática da Escola e a Matemática do GeoGebra: um estudo de como professores de Matemática lidam com as possibilidades e limitações do GeoGebra	Tese	UNESP	FI
Assis (2017)	O uso do Software GeoGebra no Ensino de Função Polinomial do 1º Grau: Uma investigação didática com licenciandos em Matemática.	Dissertação	UNIFEI	FI

Almeida (2017)	Material para o ensino do cálculo diferencial e integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche	Tese	PUC/SP	FI
Zanella (2018)	Diferentes representações na geometria euclidiana por meio do uso do GeoGebra: um estudo com futuros professores de matemática	Tese	UEM	FI
Denardi (2019)	Contribuições das representações semióticas para compreensão de conceitos fundamentais para o cálculo diferencial e integral por alunos de um curso de licenciatura em matemática	Tese	UFN	FI
Amplatz (2020)	O estudo da função afim a partir da interpretação global de propriedades figurais: uma investigação com estudantes do ensino médio	Dissertação	UNIOESTE	FI
Scano (2009)	Função afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o GeoGebra	Dissertação	PUC/SP	EB
Santos (2009)	Ambiente informatizado: para o aprofundamento da função quadrática por alunos da 2ª série do ensino médio	Dissertação	PUC/SP	EB
Silva (2010)	O uso reconstrutivo do erro na aprendizagem de simetria axial: uma abordagem a partir de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias	Dissertação	PUC/SP	EB
Santos (2011)	O ensino da função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software GeoGebra	Dissertação	PUC/SP	EB
Reis (2011)	Uma proposta dinâmica para o ensino de função afim a partir de erros dos alunos no primeiro ano do ensino médio	Dissertação	PUC/SP	EB
Jucá (2011)	Construções geométricas no ambiente virtual de ensino TeleMeios com mediação na Sequência Fedathi	Tese	UFC	EB
Melo (2013)	Dois jogos de linguagem: a informática e a matemática na aprendizagem de função quadrática	Dissertação	UFPA	EB
Lemos (2013)	Estudo de Funções Afins e Quadráticas com o auxílio do computador.	Dissertação	UFMG	EB
Souza (2013)	Um estudo com professores do ensino médio sobre função modular por meio de resolução de problemas utilizando o software GeoGebra como estratégia pedagógica	Dissertação	PUC/SP	EB
Guimarães (2013)	O computador em sala de aula: ensino e aprendizagem de funções através de resolução de problemas	Dissertação	UFMG	EB
Matos (2013)	Compreensões sobre derivada e integral com o uso de um caso online: um estudo com alunos do terceiro ano do ensino médio	Dissertação	UFJF	EB

Araújo (2014)	O GeoGebra: uma experimentação na abordagem da função afim	Dissertação	UFG	EB
Almeida (2014)	Estudo de funções utilizando GeoGebra e Moodle	Dissertação	UFSCar	EB
Antunes (2014)	Um estudo sobre funções: aplicações no ensino médio	Dissertação	UFABC	EB
Gonçalves (2014)	Uma abordagem da distribuição normal através da resolução de uma situação problema com a utilização do software GeoGebra	Dissertação	UFG	EB
Santos (2014)	Esboço de gráficos nos ambientes papel e lápis e GeoGebra: funções afins e funções quadráticas	Dissertação	UFAL	EB
Pereira (2015)	Uma proposta para o ensino da matemática: abordagens conceituais por meio do GeoGebra	Dissertação	UNIGRANRIO	EB
Jacques (2015)	Constituição de zona de desenvolvimento proximal na aprendizagem de conceitos geométricos em alunos de anos iniciais tendo o GeoGebra como instrumento mediador	Dissertação	UFSM	EB
Leonardo (2015)	Cônicas e gráficos de funções de uma variável	Dissertação	PUC/RJ	EB
Cappelin (2015)	O ensino de funções na lousa digital a partir do uso de um objeto de aprendizagem construído com vídeos	Dissertação	UFPR	EB
Cappelin (2015)	O ensino de funções na lousa digital a partir do uso de um objeto de aprendizagem construído com vídeos	Dissertação	UFPR	EB
Xavier (2016)	Análise da função quadrática, com ênfase em seus coeficientes, via GeoGebra	Dissertação	UFG	EB
Holanda (2016)	Ferramenta latex/texto/botão do GeoGebra no ensino de matemática	Dissertação	UFTM	EB
Gama (2016)	Uso de jogos digitais como artefatos para o ensino de função do primeiro e segundo grau	Dissertação	UFPeI	EB
Silva (2017)	Estudo de função: uma proposta de reconstrução de atividades do Imagiciel mediadas pelo GeoGebra	Dissertação	PUC/SP	EB
Andrade (2017)	História da matemática e tecnologias da informação e da comunicação no ensino de função	Dissertação	UFRN	EB
Dauanny (2017)	Objeto de aprendizagem para o estudo do conceito de função e seu comportamento com modelos matemáticos no ensino médio e na educação profissional técnica	Tese	PUC/MG	EB

Carvalho (2017)	Um estudo das concepções de estudantes do ensino médio sobre o conceito de função com base na teoria dos registros de representações semióticas	Dissertação	UFPE	EB
Jesus (2018)	O uso do software GeoGebra para o ensino de função do 2º grau: o caso da 1ª série do ensino médio de uma escola federal	Dissertação	UNIVATES	EB
Costa (2018)	A importância da função afim e da Geometria Plana no aprendizado de Física do Ensino Médio e o GeoGebra como ferramenta fundamental	Dissertação	ICENE	EB
Santos (2018)	Uma sequência didática sobre área e perímetro utilizando o banco de questões da OBMEP e o GeoGebra	Dissertação	UFScar	EB
Ferreira (2018)	Possibilidades para o estudo de otimização no ensino médio	Tese	UNICAMP	EB
Barbieri (2018)	Cônicas e suas propriedades refletoras	Dissertação	UFSM	EB
Santana (2019)	O uso do GeoGebra e resoluções visuais no ensino de Matemática	Dissertação	UFT	EB
Pinto (2020)	Ações cooperativas e tecnologias móveis: planejamento, prática e análise de uma sequência de atividades sobre funções reais na escola básica	Dissertação	UFRGS- IME	EB

Fonte: os autores.

Dessa maneira, podemos observar que as pesquisas identificadas como EB representam quase 80% do total de pesquisas encontradas. Verificamos também que grande parte das pesquisas foram realizadas na região sudeste, ademais, as pesquisas são recentes, sendo que a primeira que identificamos foi no ano de 2009.

Como expresse anteriormente, na primeira e na segunda ação deste trabalho, foram encontradas 43 pesquisas, sendo que 34 pesquisas estão no nível de ensino da Educação Básica. Desse modo, é importante destacar que, dentro desse nível, observamos que a grande maioria foi desenvolvida no Ensino Médio, principalmente com estudantes das turmas do primeiro ano, talvez por ser o ano em que o conceito de função é sistematizado. A seguir, destacaremos algumas pesquisas de cada nível, que melhor representam a categoria identificada com a intenção de discutir as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de funções.

Sobre o assunto, destacamos a pesquisa de Araújo (2014): “O GeoGebra: Uma experimentação na abordagem da função afim”, na qual as atividades desenvolvidas foram

mediadas pelo uso do GeoGebra, de modo que se formaram dois grupos: o grupo com o experimento (GCE) e o grupo sem o experimento (GSE). A pesquisa revelou que o (GCE) apresentou melhores resultados que o (GSE), pois o software proporcionou interação entre os estudantes, permitindo a construção de novos conceitos e formas de representação de uma função polinomial do primeiro grau.

A pesquisa de Jesus (2018), intitulada: “O uso do software GeoGebra para o ensino de função do 2º grau: o caso da 1ª série do ensino médio de uma escola federal”, revelou que a utilização do GeoGebra proporcionou, rapidez, precisão na construção dos gráficos, dedução de conceitos dessa função, permitiu discussões entre alunos e entre alunos e professor e, além disso, proporcionou aos estudantes postura ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois, durante a atividade, o professor fazia apenas o papel de mediador.

O estudo de Gama (2016), cujo título é “Uso de jogos digitais como artefatos para o ensino de função do primeiro e segundo grau”, mostrou que o uso do GeoGebra resultou em um grande manual no auxílio da produção do material didático e de aprendizagem. Destacou também que as redes sociais como ferramenta dinâmica eficiente, como ambientes virtuais de aprendizagem, como os grupos de WhatsApp para estabelecer debates e troca de ideias entre alunos e com o professor.

Em contrapartida, o estudo realizado por Carvalho (2017), “Um estudo das concepções de estudantes do ensino médio sobre o conceito de função com base na teoria dos registros de representações semióticas”, revelou que as atividades da situação didática envolvendo o GeoGebra, a associação entre as representações gráfica, algébrica e tabular melhoraram o desempenho dos estudantes. Mas nas atividades de conversão e identificação dos domínios das funções, os avanços foram reduzidos, assim a pesquisa sugere mais discussões e tempo para o desenvolvimento dessas atividades.

Identificamos que a maioria das pesquisas tem sido desenvolvida com estudantes do Ensino Médio, algumas no Ensino Fundamental e com os professores na formação continuada. Neste sentido, é importante salientar nessa mesma vertente a pesquisa desenvolvida por Gonçalves (2014), “Uma abordagem da distribuição normal através da resolução de uma situação problema com a utilização do software GeoGebra”, tendo em vista que a Distribuição Normal é pouco vista no Ensino Médio, o trabalho traz uma proposta para ensinar a Função Normal articulando com o GeoGebra, através da resolução de uma situação problema a ser aplicada numa turma do terceiro ano do Ensino Médio.

Assim, sintetizamos que as pesquisas mostram resultados positivos com a utilização do GeoGebra no ensino de funções. Cabe referir que, na Educação Básica, foram encontradas cinco pesquisas desenvolvidas na formação continuada de professores de

Matemática. De maneira geral, elas demonstram a necessidade da formação continuada, principalmente para ampliar a utilização das tecnologias digitais no ambiente escolar.

A esse respeito, Pereira (2015) traz uma proposta do ensino de Matemática com a utilização do GeoGebra e destaca a importância da atenção dos professores para as metodologias de ensino, de maneira especial, as que possam abandonar a resistência na utilização de recursos tecnológicos em sala de aula e explorar as potencialidades que o GeoGebra oferece ao processo de ensino e de aprendizagem, que auxilia o professor a orientar os alunos a utilizarem as tecnologias digitais. No Ensino Fundamental, dentro do conjunto de pesquisas relacionadas à Educação Básica, o estudo revela pesquisas desenvolvidas, principalmente, nas turmas de quinto ano, oitavo ano e nono ano.

Já a pesquisa realizada por Pinto (2020), com o título: “Ações cooperativas e tecnologias móveis; planejamento, prática e análise de uma sequência de atividades sobre funções reais na escola básica”, foi desenvolvida com estudantes do oitavo ano com a utilização do smartphone e do aplicativo GeoGebra no estudo de funções de variável real, em que foi proposta uma sequência de atividades sobre a introdução às funções Afim e Quadrática. O estudo destaca que o uso do aplicativo gerou diálogo entre os estudantes, trabalho coletivo e pequenos avanços na busca e elaboração dos conceitos abordados nas atividades, levando os participantes em busca dos conhecimentos matemáticos.

Assim, identificamos que as pesquisas que envolvem a Educação Básica mostram resultados significativos com a utilização do GeoGebra no ensino de funções, ressaltando-se, principalmente, o dinamismo, os recursos visuais como facilitadores para que esses conteúdos sejam assimilados pelos estudantes e para serem propostos pelos professores. Assim sendo, o GeoGebra trouxe possibilidades e contribuições capazes de ampliar e enriquecer o ensino de matemática.

A partir deste ponto, apresentamos uma síntese das pesquisas que classificamos no nível formação inicial de professores, em que, a partir do conjunto maior de 43 pesquisas, este estudo revela 9 (nove) pesquisas desenvolvidas na segunda vertente destacada. Dentro do subconjunto de 9 (nove) pesquisas, identificamos apenas uma pesquisa com professores do curso em licenciatura em Matemática e as demais pesquisas foram realizadas com estudantes licenciandos de curso de Matemática.

O trabalho de Gonçalves (2016), tem como título “O transitar entre a Matemática do Matemático, a Matemática da Escola e a Matemática do GeoGebra: um estudo de como professores de Matemática lidam com as possibilidades e limitações do GeoGebra”, foi realizado com sete professores de Matemática que usam, com frequência, o GeoGebra, sendo que os dados revelam que o GeoGebra apresenta uma maneira diferente de produzir significados matemáticos, assim, sugerindo sua relevância para o ensino de Matemática.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, o autor foi questionado sobre o porquê do termo “matemática dinâmica” em relação ao GeoGebra, sendo que afirmou: “[...] não eram as possibilidades semióticas e nem a infinidade de possibilidades de técnicas computacionais, os reais motivos para que o ensino de matemática com o GeoGebra pudesse ser assim chamado, mas no seu transitar entre linguagens e troca de ideias que a dinâmica era mais poderosa e potencialmente efetiva”.

As pesquisas realizadas com licenciandos em Matemática revelam que a utilização do GeoGebra em sala de aula traz dinamismo e facilita a realização de atividades investigativas e a exploração e visualização de propriedades. Neste sentido, o trabalho de Nicácio (2013) justifica, com a utilização do GeoGebra, a validade do Teorema Fundamental da Álgebra aos professores de Matemática do ensino básico e licenciandos em Matemática.

Um ponto importante a ser destacado é as potencialidades do estreitamento da relação teoria e prática, como argumenta Almeida (2017) na pesquisa “Material para o ensino do cálculo diferencial e integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche”. A pesquisa foi desenvolvida a partir da elaboração de sete atividades, a qual abordou os conceitos de função, continuidade, diferenciabilidade, solução de uma equação diferencial, integral e limite de sequência. Em resumo, a pesquisa revela que a construção de ferramentas no GeoGebra com o material de estudo foi um procedimento fértil, o que reforça que o software pode ser um meio potente para fortalecer a relação teoria e prática e contribuir com a aprendizagem.

De modo geral, identificamos que as pesquisas revelam contribuições do uso do software Geogebra para o ensino e a aprendizagem de funções. No entanto, ressaltamos a necessidade de trabalhos que investiguem seu uso, principalmente, na formação inicial de professores de Matemática, sobretudo, com professores formadores. Destacamos que é na formação inicial o lugar em que os futuros professores têm a possibilidade de conhecer as diversas ferramentas de ensino que serão suporte para o ensino de Matemática durante sua formação quando atuarem em estágios, projetos e programas de ensino e após quando aturem no Ensino Básico. Para isso, é necessário que os professores formadores tenham conhecimento das tecnologias digitais e todas as suas possibilidades. Neste sentido, assinalamos a necessidade de formar o futuro professor de Matemática não apenas “para o” ou “no uso de” tecnologias, mas “por meio” das tecnologias, incluindo o software GeoGebra.

Considerações Finais

Este estudo adotou como metodologia de pesquisa a metanálise qualitativa, ou metassíntese, que nos permitiu analisar e interpretar os resultados das pesquisas investigadas, por meio de categorias emergentes, com vistas a responder ou atingir nosso objetivo de pesquisa. Entendemos que essa metodologia contribuiu para todo o desenvolvimento do trabalho, pois norteou os rumos e as ações a serem tomadas, permitindo analisar os dados na primeira ação e produzir as evidências qualitativas. No segundo momento, através das leituras dos resumos e das considerações finais de cada uma das pesquisas analisadas, foi possível realizar a terceira ação e sintetizar e gerar novas conclusões.

Neste espaço, gostaríamos de ressaltar que este trabalho tem contribuído muito para o segundo autor, pois proporcionou conhecimentos sobre o software GeoGebra, visto que, a visão antes deste trabalho, era de um software preso ao computador, mas nos trouxe uma nova compreensão, pois o GeoGebra não é apenas um software, ele tornou-se um meio de comunicação, em que podemos realizar construções e, dentro do ambiente, que perpassam a sala de aula por meio das tecnologias digitais com as mídias e as redes sociais, produzindo então discussões entre os alunos e destes com os professores, principalmente, nos aplicativos de celulares, permitindo criar inúmeras possibilidades para o ensino e a aprendizagem matemática.

A partir disso, este trabalho teve como objetivo analisar as contribuições do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem de funções, a partir da análise de pesquisas brasileiras, em que foi possível destacar que tais pesquisas revelaram que o GeoGebra e as tecnologias digitais abrem um espaço de ensino e de aprendizagem efetiva e apresentam possibilidades de ensino que dão significado aos conteúdos matemáticos.

Aos professores, o GeoGebra abriu muitas possibilidades e abordagens diferentes, mas mostrou que é necessário que os professores sejam dinâmicos, ou seja, que eles estejam dispostos a saírem da zona de conforto e mergulhar nesse espaço. Dessa forma, destacamos a importância das pesquisas desenvolvidas com os licenciandos, pois elas mostraram que eles se demonstram bastante suscetíveis à utilização do GeoGebra, pelo seu dinamismo, por favorecer esse estreitamento entre teoria e prática e permitir ações que desenvolvem a autonomia dos estudantes.

Desse modo, compreendemos que essa metodologia de pesquisa visa à extração de informações adicionais de dados pré-existentes e entendemos que ela permitiu realizar o trabalho com uma abordagem investigativa que produziu dados pontuais dentro de um espaço de pesquisa, assim sendo, esperamos desenvolver mais pesquisas a partir dessa metodologia em futuros trabalhos.

Referências

- ARAÚJO, W. A. **O GeoGebra: Uma Experimentação na Abordagem da Função Afim**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe. 2014.
- ASSIS, L. S. **O uso do Software GeoGebra no Ensino de Função Polinomial do 1º Grau: Uma investigação didática com licenciados em Matemática**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá/MG. 2017.
- ALMEIDA, A. P. **Estudo de Funções Utilizando GeoGebra e Moodle**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP. 2014.
- ANDRADE, L. V. **História da Matemática e Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Função**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN. 2017.
- ANTUNES, D. S. **Um Estudo Sobre Funções: aplicações no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional (Profmat)). Universidade Federal do ABC. São Paulo/SP. 2014.
- AMPLATZ, L. C. **O Estudo da Função Afim a partir da Interpretação Global de Propriedades Figurais: uma investigação com estudantes do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual do Oeste do Paraná Cascavel. Cascavel/PR. 2020.
- ALMEIDA, M. V. **Material para o ensino do cálculo diferencial e integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche**. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BORBA, M. C; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BARBIERI, C. D. **Cônicas e suas Propriedades Refletoras**. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Santa Maria/RS. 2018.
- COSTA, A. G. C. **A importância da Função Afim e da Geometria Plana no Aprendizado de Física do Ensino Médio e o GeoGebra como Ferramenta Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Rede Nacional) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro. 2018.
- CARVALHO, L. P. **Um Estudo das Concepções de Estudantes do Ensino Médio sobre o Conceito de Função com Base na Teoria dos Registros de Representações Semióticas**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE. 2017.
- CAPPELIN, A. **O Ensino de Funções na Lousa Digital a partir do uso de um Objeto de Aprendizagem Construído com Vídeos**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná. 2015.

- DAUANNY, A. M. **Objeto de Aprendizagem para o Estudo do Conceito de Função e seu Comportamento com Modelos Matemáticos no Ensino Médio e na Educação Profissional Técnica**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2017.
- DENARDI, V. B. **Contribuições das Representações Semióticas para Compreensão de Conceitos Fundamentais para o Cálculo Diferencial e Integral por Alunos de um Curso de Licenciatura em Matemática**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Franciscana. Santa Maria/RS. 2019.
- FERREIRA, E. M. **Possibilidades para o Estudo de Otimização no Ensino Médio**. Tese (Doutorado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP. 2018.
- FREITAS, R. L. **A influência de Organizações Didáticas no Trabalho Matemático dos Estagiários da Licenciatura: um estudo da função exponencial**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2015.
- FIORENTINI, D.; COELHO, M. A. V. M. **Aprendizagem Profissional de Professores em Comunidades Investigativas**. Zetetiké, Campinas, SP, v.25, n1, jan./abr.2017, p.164-185.
- FIORENTINI, D; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3 ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas**. Revista Brasileira de Física, vol. 25, n. 3, p. 259-272, setembro 2003.
- GUIMARÃES, M. E. L. **O computador em Sala de Aula: ensino e aprendizagem de funções através de resolução de problemas**. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede (Profma)) - Universidade Federal de Campina Grande. Campinas /SP. 2013.
- GAMA, R. F. **Uso de Jogos Digitais como Artefatos para o Ensino de Função do Primeiro e Segundo Graus**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas/RS. 2016.
- GONÇALVES, P. H. R. **Uma Abordagem da Distribuição Normal Através da Resolução de uma Situação Problema com a Utilização do Software GeoGebra**. Dissertação (Mestrado em Rede (PROFMAT)) - da Universidade Federal de Goiás. Goiânia/GO. 2014.
- GONÇALVES, W. V. **O Transitar entre a Matemática do Matemático, a Matemática da Escola e a Matemática do GeoGebra: um estudo de como professores de Matemática lidam com as possibilidades e limitações do GeoGebra**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista (UNESP). São Carlos/SP. 2016.
- GRANDE, A. L. **Um Estudo Epistemológico do Teorema Fundamental do Cálculo voltado ao seu Ensino**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2013.
- HOLANDA, A. A. **Ferramenta Latex/Texto/Botão do GeoGebra no Ensino de Matemática**. Dissertação (Mestrado em Rede Nacional) - Universidade Federal do triângulo Mineiro.

Minas Gerais. 2016.

JACQUES, S. T. **Constituição de Zona de Desenvolvimento Proximal na Aprendizagem de Conceitos Geométricos em Alunos de anos Iniciais tendo o GeoGebra como Instrumento Mediador.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS. 2015.

JESUS, D. N. **O uso do Software GeoGebra para o Ensino de Função do 2º grau: o caso da 1ª série do ensino médio de uma escola federal.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES/. Lajeado/RS. 2018.

JUCÁ, A. M. **Construções Geométricas no Ambiente Virtual de Ensino TeleMeios com Mediação na Sequência Fedathi.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Ceará. 2011.

LEONARDO, S. L. **Conics and Graphs of Functions of One Variable.** Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ. 2015.

LEMOS JÚNIOR, J. A. S. **Estudo de Funções Afins e Quadráticas com o auxílio do computador.** Dissertação (Mestrado em Matemática em dede PROFMAT)) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande/PB. 2013.

MATOS, L. S. **Compreensões sobre Derivada e Integral com o uso de um Caso On line: um estudo com alunos do terceiro ano do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Juiz de Fora. 2013.

MISKULIN, R.G.S. et al. **Identificação e Análise das Dimensões que Permeiam a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Aulas de Matemática no Contexto da Formação dos Professores:** Bolema, Rio Claro, v.19, nº 26, p. 103-123, 2006.

MELO, L. A. S. **Dois jogos de linguagem: a informática e a matemática na aprendizagem de função quadrática.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará. 2013.

NICACIO, N. H. **Uma Justificava da Validade do Teorema Fundamental da Álgebra para o Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.

PEREIRA, R. M. **Uma Proposta para o Ensino da Matemática: abordagens conceituais por meio do GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade do Grande Rio. 2015.

PINTO, S. R. **Ações Cooperativas e Tecnologias Móveis: planejamento, prática e análise de uma sequência de atividades sobre funções reais na escola básica.** Dissertação (Mestrado Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2020.

REIS, A. M. **Uma Proposta Dinâmica para o Ensino de Função Afim a partir de Erros dos Alunos no Primeiro ano do Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2011.

SILVA, G. M. **Um estudo sobre o uso do GeoGebra na aprendizagem de geometria analítica no ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal

de São Carlos. São Carlos/SP. 2016.

SCANO, F. C. **Função Afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2009.

SILVA, H. N. **Estudo de função: uma proposta de reconstrução de atividades do Imágicel mediadas pelo GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2017.

SANTANA, L. N. **O uso do GeoGebra e Resoluções Visuais no Ensino de Matemática.** Dissertação (Mestrado em Matemática (ProfMat)) - Universidade Federal do Tocantins. Palmas/TO. 2019.

SOUZA, H. T. **Um estudo com professores do ensino médio sobre função modular por meio de resolução de problemas utilizando o software GeoGebra como estratégia pedagógica.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2013.

SANTOS, A. T. C. **O Ensino da Função Logarítmica por meio de uma Sequência Didática ao Explorar suas Representações com o uso do Software GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2011.

SANTOS NETO, J. A. **Uma Sequência Didática sobre Área e Perímetro Utilizando o Banco de Questões da OBMEP e o GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP. 2018.

SANTOS, V. D. G. **Esboço de gráficos nos ambientes papel e lápis e GeoGebra: funções afins e funções quadráticas.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas. Maceió/AL. 2014.

SANTOS, S. A. **Ambiente Informatizado: para o aprofundamento da função quadrática por alunos da 2ª série do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2009

SILVA, J. T. **O uso Reconstutivo do Erro na Aprendizagem de Simetria Axial: uma abordagem a partir de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP. 2010.

XAVIER, J. F. **Análise da Função Quadrática, com Ênfase em seus Coeficientes, via GeoGebra.** Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia/GO. 2016.

ZANELLA, I. A. **Diferentes representações na geometria euclidiana por meio do uso do GeoGebra: um estudo com futuros professores de matemática.** Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR. 2018.

Recebido: 20.01.2023
Aprovado: 05.05.2023
Publicado: 10.05.2023