

DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.66616>

GeoGebra no Ensino da Matemática: uma análise a partir da revisão sistemática de literatura (2014 - 2023)

Geogebra in Mathematics Education: an analysis from the systematic literature review (2014 - 2023)

Paulo Vitor da Silva Santiago¹
Maria José Costa dos Santos²

RESUMO

O propósito deste estudo é apresentar uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o uso do GeoGebra no ensino de Matemática. Para esta pesquisa bibliográfica foram consultados trabalhos publicados entre 2014 e 2023, obtidos de quatro repositórios digitais: Periódicos CAPES, Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, Unión e SciELO. O período de estudo aconteceu no segundo semestre de 2023, com o intuito de quantificar e analisar os estudos relacionados ao uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática, proporcionando uma revisão abrangente da área com a geometria. Os estudos examinados indicaram que o uso do GeoGebra como recurso tecnológico para o ensino de Matemática tem sido cada vez mais difundido no ambiente educacional, com uma variedade de abordagens e experiências no ensino da Geometria.

Palavras-chave: Tecnologia Digital; Ensino da Matemática; Educação Básica; GeoGebra.

ABSTRACT

The purpose of this study is to present a Systematic Literature Review on the use of GeoGebra in mathematics education. For this bibliographic research, works published between 2014 and 2023 were consulted, obtained from four digital repositories: CAPES Journals, the Journal of the International GeoGebra Institute of São Paulo, Unión, and SciELO. The study period took place in the second half of 2023, with the aim of quantifying and analyzing studies related to the use of digital technologies in mathematics education, providing a comprehensive review of the area with geometry. The studies examined indicated that the use of GeoGebra as a technological resource for mathematics education has become increasingly widespread in the educational environment, with a variety of approaches and experiences in the teaching of geometry.

Keywords: Digital Technology; Mathematics Education; Basic Education; GeoGebra.

1 Introdução

¹ Doutor em Ensino – Universidade Federal do Ceará; Professor de Matemática na Secretaria Estadual do Ceará. E-mail: paulovitor.paulocds@gmail.com.

² Pós-Doutora em Educação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Docente de cursos de graduação, mestrado e doutorado da Universidade Federal do Ceará. E-mail: mazzesantos@ufc.br.

As tecnologias digitais têm desempenhado um papel significativo no ensino de Matemática, oferecendo recursos interativos e dinâmicos, que enriquecem a experiência de ensino e aprendizagem dos alunos. No contexto educacional, as ferramentas tecnológicas, como *softwares* de geometria dinâmica, o GeoGebra, propiciando a calculadora gráfica e simulações em 2D/3D, propiciam aos alunos explorar conceitos matemáticos de forma visual e intuitiva, facilitando a compreensão de temas complexos (Araújo, 2023). Além disso, as tecnologias digitais oferecem a possibilidade de personalização do ensino, permitindo que os educadores adaptem suas estratégias de acordo com as necessidades individuais dos alunos e promovam uma aprendizagem interativa e acessível.

No contexto da inovação tecnológica no ensino de Matemática, Borba e Balbino Júnior (2023) propõem uma abordagem para além do simples uso de recursos tecnológicos, enfatizando a importância da integração dessas ferramentas em atividades matemáticas desafiadoras. Ao promover a pesquisa e o desenvolvimento de novas metodologias com base nestes recursos, Borba (2009) tem contribuído para transformar a maneira como a Matemática é ensinada e aprendida, inspirando educadores a explorar novas possibilidades e ampliar os horizontes no ensino de Matemática.

Diante desse cenário, considera-se que a utilização das ferramentas tecnológicas no ensino básico, em especial o *software* GeoGebra, pode contribuir para o ensino de Matemática, principalmente na área da Geometria, ao evidenciar métodos e aplicações, em diversos níveis de ensino, validando resultados desse conteúdo.

Um documento que pode amparar na obtenção desse propósito é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reconhecida pela sua importância com o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Matemática, destacando a necessidade de sua integração de forma significativa e transversal em todas as etapas da educação básica (Brasil, 2018). Conforme ressaltado no documento da BNCC, as tecnologias digitais devem ser utilizadas como ferramentas pedagógicas que potencializam a construção de conhecimentos matemáticos, permitindo uma abordagem contextualizada e interativa (Brasil, 2018). Ao alinharem-se às diretrizes da BNCC, os educadores podem promover uma Educação Matemática inovadora, preparando os alunos para os desafios da sala de aula.

Diante da perspectiva de integrar o GeoGebra ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, com foco especial na Geometria, este estudo parte da questão: o que se tem produzido em pesquisas sobre o *software* GeoGebra no ensino de Matemática e quais

os principais desafios e soluções? Em resposta a esta questão inicial, surge a suposição de que os professores têm ampliado o uso do GeoGebra nas aulas de Matemática. Assim sendo, o propósito deste estudo é ponderar sobre o uso do GeoGebra no ensino de Matemática, examinando os obstáculos enfrentados e explorando vias potenciais de novas estratégias de abordagem de variados problemas matemáticos, com base em trabalhos acadêmicos (inter)nacionais.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama dos estudos que investigam o uso do GeoGebra no ensino de Matemática. Além disso, observamos como as tecnologias digitais têm impactado o processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Para atingir os objetivos da pesquisa, conduzimos uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com o intuito de examinar qual tem sido o enfoque das investigações relacionadas ao uso das tecnologias digitais, especialmente o GeoGebra, no ensino de Matemática. Foram consultadas fontes como o Periódicos CAPES, Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (IGISP), Revista Iberoamericana de Educación Matemática (*UNIÓN*) e da *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*.

A RSL abrangeu o período de 07 de agosto de 2014 a 15 de novembro de 2023, com o objetivo de quantificar e analisar os estudos que abordam o uso do GeoGebra para o ensino de Matemática, buscando oferecer uma visão abrangente da área.

A estruturação da pesquisa e seleção de trabalhos deste estudo segue uma divisão em quatro seções, conforme a metodologia adotada.

2 O GeoGebra no ensino da Matemática

Os *softwares* desempenham um papel importante no ensino e aprendizagem de Matemática, oferecendo recursos interativos e dinâmicos que auxiliam os alunos a explorarem conceitos complexos. Segundo Klawe (2022), os *softwares* matemáticos modernos proporcionam aos alunos uma maneira de visualizar e compreender conceitos abstratos, tornando a Matemática mais acessível e envolvente.

Nesse contexto, o GeoGebra é amplamente reconhecido como uma ferramenta valiosa no ensino de Matemática, proporcionando aos alunos uma abordagem prática e visual para explorar conceitos geométricos e algébricos. Com sua interface intuitiva e recursos dinâmicos, este *software* permite que os alunos construam figuras, manipulem equações e explorem conexões entre diferentes áreas da Matemática (Pereira, 2012).

Além disso, o GeoGebra promove uma abordagem construtivista da aprendizagem, incentivando os alunos a descobrirem e explorarem conceitos matemáticos por meio de investigação ativa e experimentação.

O trabalho de Markus Hohenwarter, criador do GeoGebra, revolucionou o ensino de Matemática ao desenvolver uma ferramenta versátil e acessível gratuita que combina geometria, álgebra e cálculo em um único ambiente interativo. Zöchbauer, Hohenwarter e Lavicza (2022) afirmam que o GeoGebra tem como objetivo capacitar alunos e educadores a explorar, descobrir e compreender a beleza e a utilidade da Matemática por meio da tecnologia digital. Sua visão e dedicação têm sido fundamentais para tornar a Matemática mais acessível e envolvente para alunos em todo o mundo.

Nesse cenário, a integração do GeoGebra nas aulas de Matemática expande as oportunidades de engajamento dos alunos, aprimorando o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem, desde que o docente seja competente na sua utilização desta ferramenta e tenha o tempo necessário para planejar essas atividades adequadamente.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm desempenhado um papel transformador no ensino de Matemática, oferecendo ferramentas inovadoras que possibilitam uma abordagem mais dinâmica e interativa no processo de aprendizagem. As TDICs podem abrir portas para a descoberta e exploração, permitindo que os alunos visualizem conceitos matemáticos de maneira tangível e colaborativa (Boaler, 2002). Com o uso adequado das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), os educadores podem criar ambientes de aprendizagem mais estimulantes e acessíveis, promovendo o desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais de forma mais dinâmica e produtiva.

Geary (2011) explica que o rendimento dos alunos está diretamente relacionado a diversos fatores, como a qualidade do currículo e a habilidade dos professores em transmitir os conteúdos de forma clara. Além disso, as situações de aprendizagem desempenham um papel fundamental, incluindo o uso da tecnologia digital e a promoção da participação ativa dos alunos. Abordar esses aspectos de ensino e aprendizagem pode melhorar a exploração dos conhecimentos prévios e o desempenho dos alunos.

A inserção das tecnologias digitais no ambiente escolar e nas práticas educativas tem sido cada vez mais evidente e necessária na era moderna da educação. A integração dessas tecnologias proporciona oportunidades de aprendizagem mais dinâmicas, interativas e personalizadas, capacitando os alunos a explorar conceitos de forma mais visual e prática (Kenski, 2003). Além disso, as tecnologias digitais oferecem recursos que permitem aos

educadores adaptar seus métodos de ensino às necessidades individuais dos alunos, promovendo uma aprendizagem com muitas maneiras novas e empolgantes.

O trabalho pedagógico e didático no contexto educacional desempenha um papel mais ativo e melhora o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Perrenoud (2002), é essencial que os educadores estejam cientes das diferentes estratégias e abordagens pedagógicas disponíveis, além de dominarem as ferramentas e instrumentos necessários para promover uma educação de qualidade. Isso envolve não apenas a transmissão de conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, competências digitais e pensamento crítico nos alunos, preparando-os para os desafios do mundo contemporâneo.

No ensino de matemática, o uso do GeoGebra tem se mostrado uma ferramenta dinâmica para o ensino da Geometria. O *software* possibilita a construção de modelos dinâmicos e a visualização de transformações geométricas, tornando o ensino produtivo e útil para os alunos. Sua integração ao ensino de Matemática promove uma aprendizagem mais ativa, colaborativa e envolvente, preparando os alunos para enfrentar os desafios da matemática com uso dos recursos digitais (Gravina; Contiero, 2011).

O GeoGebra é um *software* educacional amplamente utilizado que oferece diversas ferramentas para explorar conceitos matemáticos, especialmente na geometria. Entre as janelas disponíveis no GeoGebra, destacam-se a janela de Álgebra, que permite a manipulação de equações e expressões algébricas; a janela de Gráficos, onde é possível visualizar funções e representações gráficas; e a janela de Geometria, que possibilita a construção de figuras geométricas e a investigação de propriedades e relações entre elas.

No ensino de Matemática, são tradicionalmente utilizados materiais escolares como papel, régua, borracha, entre outros, para explorar conceitos geométricos. No entanto, a incorporação do GeoGebra promove melhorias significativas nesse processo. Sousa (2018) explica que o GeoGebra apresenta potencialidades significativas para o ensino de Geometria no Ensino Médio, fornecendo recursos interativos e dinâmicos que facilitam a compreensão dos conteúdos geométricos pelos alunos. Além de oferecer uma abordagem interativa, o GeoGebra permite que os alunos participem ativamente da construção e exploração de figuras geométricas, proporcionando uma compreensão aprofundada dos conceitos (Hohenwarter *et al.*, 2008).

Conforme reforçado por Hitt (2011), o GeoGebra promove uma aprendizagem colaborativa, incentivando os alunos a explorar e experimentar diferentes estratégias para

resolver problemas matemáticos. As tecnologias digitais têm revolucionado a abordagem dos problemas matemáticos, oferecendo potencialidades únicas para sua resolução.

Com o uso de *softwares* como o GeoGebra, é possível explorar conceitos matemáticos, proporcionando uma compreensão interativa com materiais instrucionais acessíveis pela internet. O GeoGebra tem sido amplamente utilizado no ensino de Matemática, especialmente em provas externas no Brasil, devido às suas vantagens em promover uma aprendizagem alinhada com as demandas educacionais (Sousa, 2018).

Além do GeoGebra, existem outros *softwares* de simulação que possibilitam a criação de modelos dinâmicos no contexto do mundo real. Esses *softwares* permitem a exploração de processos reais ou fictícios, fornecendo uma compreensão mais concreta e aplicada dos conceitos matemáticos. Feitosa e Pinto (2023) afirmam que a utilização desses *softwares* promove uma aprendizagem mais significativa, pois os alunos podem visualizar e experimentar os conceitos matemáticos em contextos reais ou simulados.

O potencial pedagógico do GeoGebra se destaca pela sua acessibilidade, sendo um *software* gratuito e de fácil acesso pela internet. Isso torna viável a sua utilização como uma ferramenta para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem em Matemática e atender às necessidades dos alunos com os cálculos e gráficos das situações-problemas.

A integração do GeoGebra nas aulas de matemática pode proporcionar maior engajamento dos alunos, além de influenciar a dinâmica do processo de ensino. No entanto, é fundamental que os professores estejam capacitados para utilizá-lo de forma interativa e que disponham de tempo para preparar atividades adequadas, oferecendo uma visão detalhada da evolução de um campo de pesquisa, nesse caso, o GeoGebra (Zabala; Arnau, 2010).

Nesse contexto, a Matemática é uma área em que frequentemente se observa um desinteresse por parte dos alunos, devido à complexidade dos conceitos matemáticos, os quais podem ser intimidantes para aqueles que não possuem grande afinidade com os números (Silva, 2011).

A integração da tecnologia digital no ensino de Matemática tem se mostrado uma abordagem promissora para enriquecer a experiência educacional dos alunos. Segundo Drijvers e Sinclair (2019), a utilização da tecnologia digital na sala de aula oferece oportunidades únicas para os alunos explorarem conceitos matemáticos de forma dinâmica e interativa.

Por meio do uso de *softwares* e aplicativos específicos, os alunos podem visualizar conceitos abstratos de maneira concreta, colaborar com colegas em projetos e atividades,

e experimentar abordagens de resolução de problemas de forma mais prática. Essas ferramentas tecnológicas não apenas aumentam o engajamento dos alunos, mas também ajudam a desenvolver habilidades matemáticas essenciais para o sucesso acadêmico e profissional.

3 Metodologia

Esse artigo foi estruturado no contexto do Programa de Pós-graduação de Doutorado em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN-UFC) e trata-se de uma análise documental que parte de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com enfoque qualitativo interpretativo hermenêutico (Galvão; Pereira, 2014), estruturada por meio da análise de trabalhos acadêmicos que discutem o uso do *software* GeoGebra no ensino de Matemática, e estruturando o quantitativo de dados das pesquisas.

Nessa perspectiva, a RSL se utiliza de um processo rigoroso de busca e subsequente seleção de fontes primárias, coleta de dados, análise e interpretação. No que diz respeito à pesquisa de material, esta foi conduzida através do uso de *strings* de busca (operadores *booleanos*), os quais envolvem a fragmentação de um tema em várias palavras-chave. Além disso, foi empregada a técnica de meta-análise, visando realizar uma revisão sistemática de estudos já realizados com o mesmo tema ou problema de pesquisa (Santiago; Santana, 2024).

O material selecionado para este estudo foi extraído de periódicos nacionais e internacionais nos últimos dez anos, considerando o período de 2014 a 2023. A abordagem metodológica adotada foi qualitativa e descritiva, uma vez que se concentrou na descrição do tema selecionado (Flick, 2008), buscando evidências com o quantitativo dos critérios e ano das pesquisas.

3.1 Questões de pesquisa da RSL

A elaboração das Questões de Pesquisa (QP) é considerada um dos aspectos importantes na construção de uma RSL, uma vez que direciona a busca com o intuito de auxiliar o pesquisador na seleção dos trabalhos pertinentes (Dillon, 1984). Assim, optamos por definir quatro Questões Principais de Pesquisa (QPP) que, em conjunto, visam alcançar o objetivo proposto do trabalho. Essas questões foram identificadas para orientar a obtenção de respostas ao longo deste estudo, e são as seguintes:

QP1: Como o *software* GeoGebra tem sido utilizado no ensino da Matemática na educação básica?

QP2: Quais os teoremas e propostas com uso do GeoGebra têm sido inseridos em sala de aula?

QP3: De que forma as metodologias e procedimentos são empregados nos estudos de Geometria?

Com base nisso, foram desenvolvidas quatro Questões Suplementares (QS), com o intuito de orientar a formulação de uma *string* de busca e facilitar a avaliação dos estudos escolhidos:

QS1: No decorrer dos anos, houve aumento significativo na análise dos estudos selecionados?

QS2: Em quais séries/anos da educação básica os estudos de Geometria estão sendo realizados?

QS3: Quais as características dos trabalhos selecionados com uso do GeoGebra no ensino de Matemática?

3.2 Coleta de dados e seleção dos termos

A coleta de dados deste estudo teve início durante o segundo semestre de 2023, por meio de uma análise dos bancos de periódicos acessíveis através do Periódicos CAPES, Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (IGISP), Revista Iberoamericana de Educación Matemática (*UNIÓN*) e da *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*.

O primeiro passo consistiu na seleção dos termos de busca, os quais foram escolhidos com base em trabalhos acadêmicos previamente publicados na área de Ensino da Matemática. O método utilizado para a seleção de pesquisas nas plataformas escolhidas envolveu os seguintes descritores: “GeoGebra” (X), “geometria” (Y) e “ensino da matemática” (Z). Inicialmente, realizou-se uma busca utilizando a palavra-chave “ensino de matemática”, depois “geometria” e, em seguida, “GeoGebra”. Posteriormente, procedeu-se com a combinação das três palavras-chave.

Desta forma, o formato de pesquisa adotado foi “GeoGebra” *AND* “ensino de matemática” *OR* “geometria”. O objetivo de realizar a busca separadamente por cada palavra-chave e, em seguida, combiná-las, foi facilitar a identificação dos trabalhos encontrados em todas as três categorias, possibilitando a análise comparativa.

Na condução da pesquisa, foram delimitadas as categorias temáticas com base em Bardin (2016), empregando palavras-chave e/ou conjuntos de palavras que serviram como ferramentas para a busca e organização de informações. Dessa forma, a Análise de Conteúdo foi conduzida de acordo com os seguintes passos: inicialmente, procedeu-se à leitura do título, seguida pela análise do resumo, o *download* do trabalho completo, a leitura minuciosa e o registro das características pertinentes em um quadro.

Durante a coleta de dados dos resumos, foi possível discernir se a temática em questão estava presente ou não no estudo em análise. Em seguida, para assegurar a fidedignidade dos dados, todos os trabalhos selecionados durante a análise dos resumos foram lidos na íntegra. Após a coleta dessas informações e a identificação dos conjuntos de resultados relevantes, os artigos foram submetidos a uma análise baseada em categorias pré-definidas, verificando-se os aspectos necessários para confirmar a validade dos trabalhos avaliados.

No processo de busca foram selecionados 99 trabalhos acadêmicos (Quadro 1) dentre todo o material encontrado. Apresentam-se os resultados obtidos nas plataformas de busca e nas revistas científicas, descrevendo o portal e *qualis* na área do ensino da Matemática.

Quadro 1 – Resultados encontrados nas plataformas e revistas científicas

<i>Qualis</i>	Buscador	(X)	(Y)	(Z)	(X) and (Y) or (Z)
Portal	Periódicos CAPES	2258	10644	14075	60
A2	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (IGISP)	25	62	128	24
Portal	<i>Scientific Electronic Library Online (SciELO)</i>	255	661	804	15
A3	UNIÓN- Revista Iberoamericana de Educación Matemática	91	113	260	0
	Total	2629	11480	15267	99

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Na análise dos dados se obteve um total de 2629 trabalhos utilizando a palavra-chave “GeoGebra (X)”. Já com a palavra-chave “geometria (Y)” o resultado foi de 11480 trabalhos e com a última palavra-chave “ensino da matemática (Z)” obteve-se 15267 resultados. Com a união das palavras e dos operadores booleanos, o resultado foi filtrado, culminando em 99 trabalhos.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Quadro 2 – Critérios para exclusão, inclusão e qualidade dos trabalhos selecionados

(CI) Critérios de Inclusão
(CI.1) Artigo completo publicado em revista científica de <i>qualis</i> A ou em periódico por especialistas da área que foram publicados entre 2014 e 2023;

(CI.2) Inclui na prática pedagógica e tecnológica de aprendizagem o uso da tecnologia digital GeoGebra para o Ensino de Matemática;
(CI.3) Trabalhos científicos exclusivamente no idioma português nos últimos 10 anos;
(CE) Critérios de Exclusão
(CE.1) Publicações de estudos e pesquisas não revisados por pares ou especialistas (<i>peer review</i>);
(CE.2) Trabalhos publicados em conferências, congressos, livros ou artigos de estudos secundários como capítulo de livros e <i>surveys</i> ;
(CE.3) Estudo publicado em outro idioma não associado a português e aos objetivos da pesquisa;
(CQ) Critérios de Qualidade
Escala (Discordo Fortemente / Discordo / Discordo Parcialmente / Concordo Parcialmente / Concordo / Concordo Fortemente)
(CQ.1) O trabalho está baseado em relatos de experiência ou em pesquisas empíricas na opinião dos revisores especialistas?
(CQ.2) O planejamento do trabalho foi adequado para abordar os objetivos da pesquisa?
(CQ.3) Existe uma definição evidente dos objetivos da pesquisa?
(CQ.4) A estratégia de análise de dados foi adequada aos objetivos da pesquisa?
(CQ.5) Existe uma descrição minuciosa do contexto em que a pesquisa foi desenvolvida?
(CQ.6) Os dados foram suficientemente analisados com rigor?
(CQ.7) Tinha um grupo de controle para comparação dos resultados e tratamentos?
(CQ.8) Existe um caminho claro dos resultados encontrados?
(CQ.9) A relação pesquisador e participantes foi adequada durante o percurso?
(CQ.10) O estudo tem evidências para prática ou pesquisa?

Fonte: Elaborados pelos autores (2024)

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados em todas as fases do processo de seleção dos trabalhos publicados. Em cada uma dessas etapas, os trabalhos foram avaliados e analisados de acordo com tais critérios, decidindo se continuariam ou não para a próxima fase do processo de seleção dos estudos.

Os critérios de qualidade foram utilizados para identificar e auxiliar na seleção dos estudos relacionados às questões de pesquisa, visando aprimorar a precisão dos artigos selecionados dentro das temáticas analisadas. Um total de dez critérios de avaliação de qualidade (Quadro 2), conforme definidos por Lee e Verleysen (2009), foi considerado para este fim. A escala de resposta do questionário de avaliação adotou a escala de *Likert* (Nemoto; Beglar, 2013), com seis pontos de graduação: 1 - Discordo Fortemente / 2 - Discordo / 3 - Discordo Parcialmente / 4 - Concordo Parcialmente / 5 - Concordo / 6 - Concordo Fortemente.

Na seleção dos artigos duplicados, seguido dos critérios de exclusão e inclusão, utiliza-se a plataforma Parsifal (Kitchenham, 2007), criada com o propósito de auxiliar pesquisadores na condução de RSL no campo da Engenharia de Software. Essa ferramenta permite que pesquisadores de diferentes localidades trabalhem de forma colaborativa em um espaço compartilhado, onde podem elaborar o protocolo e realizar a pesquisa de maneira conjunta.

Quadro 3 – Trabalhos selecionados e analisados

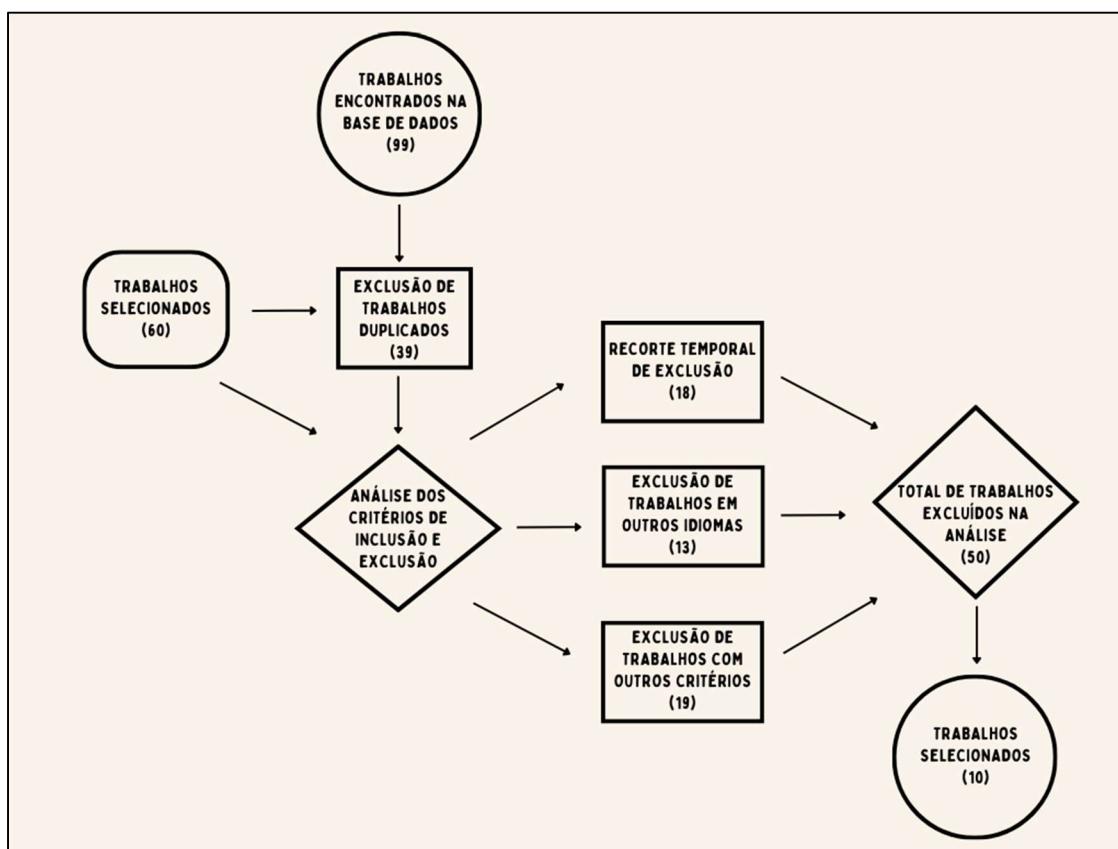
Critérios de seleção	
Critérios estabelecidos	Total
Duplicados	39
Excluídos	50
Incluídos	10

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Os trabalhos duplicados foram 39, resultando em um total de 60 estudos únicos. Em seguida, aplicou-se um recorte temporal, considerando o período de 2014 a 2023, o que eliminou 18 artigos, deixando 42 trabalhos para análise. Durante o processo, foram identificados 13 textos em língua estrangeira, os quais foram excluídos, resultando em um total de 29 estudos restantes. Após uma análise mais detalhada, que incluiu a leitura de cada trabalho, 19 estudos foram excluídos com base nos critérios estabelecidos, restando 10 trabalhos que se alinharam com a problemática da pesquisa: investigar a produção acadêmica sobre o uso do GeoGebra no ensino da Matemática, bem como os principais desafios e soluções enfrentados.

Os dez trabalhos selecionados foram então discutidos individualmente, cada um sendo resumido de acordo com sua temática específica. Embora todos abordassem o Ensino de Matemática, cada um tinha seu enfoque particular. Por exemplo, enquanto um explorava o uso do GeoGebra sob a ótica da tecnologia digital, outro discutia o papel das tecnologias no ensino da Matemática. Assim, na Figura 1, ilustram-se todas as etapas percorridas nesta RSL:

Figura 1 – Fluxograma da revisão sistemática de literatura.



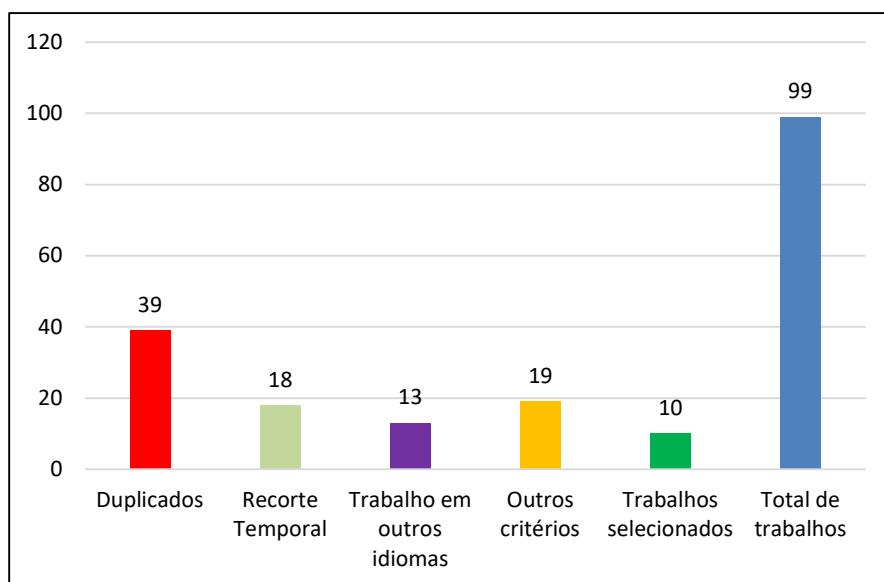
Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Após a coleta dessas informações e a formação dos conjuntos de resultados pertinentes, os artigos foram examinados e classificados de acordo com categorias pré-definidas. Essas categorias foram estabelecidas com o objetivo de avaliar a validade e a consistência dos trabalhos analisados.

4 Análise e resultados

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, identificou-se um total de dez artigos científicos que satisfaziam as exigências da Análise Quantitativa dos (QS1, QS2, QS3 e QS4) e a Análise Qualitativa dos Estudos, portanto, conformidade com a pesquisa proposta.

Figura 2 – Critérios de seleção dos trabalhos.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

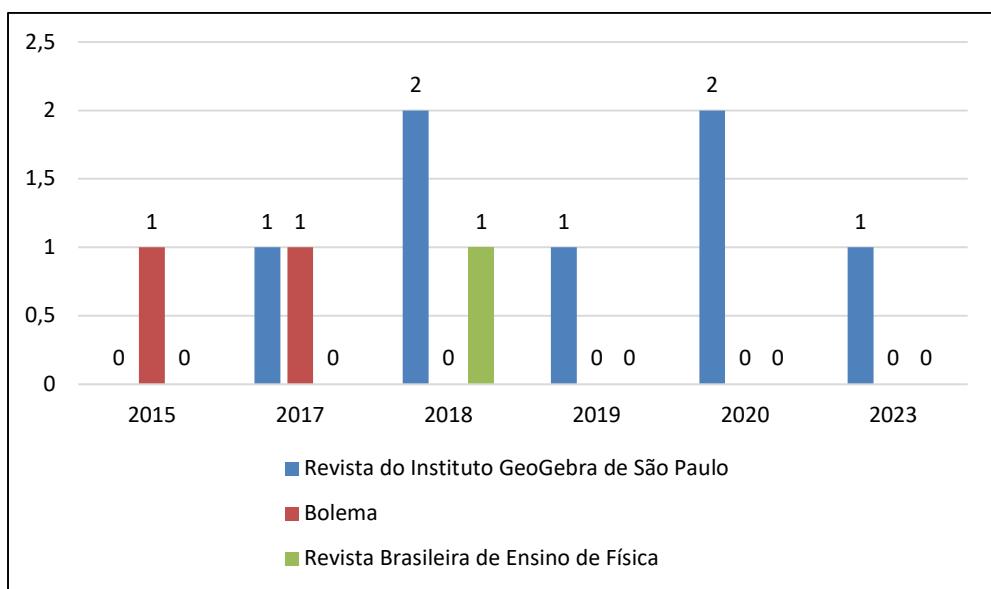
É importante ressaltar que os conteúdos apresentados nos dez trabalhos selecionados devem estar alinhados aos objetivos e à problemática apresentada, ou seja, devem abordar o GeoGebra no Ensino de Matemática, as propostas com uso da tecnologia digital nesse processo de ensino e sugerir soluções para alcançar uma aprendizagem satisfatória.

4.1 Análise quantitativa das questões suplementares

No que diz respeito às plataformas de busca utilizadas para a seleção dos 10 trabalhos, constatou-se que somente três delas (Periódicos CAPES, Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo e *SciELO*) ofereciam estudos relacionados ao uso do GeoGebra no Ensino de Matemática. Outro ponto relevante analisado foi o período de

publicação, já que cada trabalho foi indexado em anos diversos (QS1), conforme as publicações de cada revista e portal, conforme ilustrado na Figura 3. Ademais, é importante notar a escassez de publicações sobre esse tema nos últimos anos. No entanto, é uma questão que tem sido objeto de discussão ao longo do tempo:

Figura 3 – Ano de publicação de cada plataforma.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No que diz respeito aos níveis de ensino nos quais os estudos analisados foram conduzidos (QS2), observou-se que, dentre os dez artigos examinados, foram realizadas experiências direcionadas a quatro grupos de público-alvo: professores, alunos do ensino fundamental, do ensino médio e universitários.

Por fim, considerando a QS3, que investigava as características dos trabalhos selecionados, nota-se a sua utilização em diferentes revistas científicas: Bolema (2), Revista Brasileira de Ensino de Física (1) e Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo (7) (Quadro 4). Dessa forma, as questões de pesquisa são satisfatoriamente respondidas e analisadas.

Para tanto, foram considerados os seguintes trabalhos escritos em língua portuguesa e publicados em revistas com *Qualis A*. Apresentam-se as características destes estudos como título, autores, ano de publicação, tipo de trabalho e periódico/revista no Quadro 4:

Quadro 4 – Categorias analisadas sobre o GeoGebra no ensino da matemática

Título	Autores	Ano	Tipo de trabalho	Periódico/Revista
A Utilização do Geogebra na Demonstração Matemática em Sala de Aula: o estudo da reta de Euler	Amado, Sanchez e Pinto	2015	Artigo	Bolema
Diferentes Modos de Utilização do GeoGebra na Resolução de Problemas de Matemática para Além da Sala de Aula: evidências de fluência tecno-matemática	Jacinto e Carreira	2017	Artigo	Bolema
Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie	Barroso, Carvalho, Huguenin e Tort	2018	Artigo	Revista Brasileira de Ensino de Física
Algumas particularidades de ambientes de geometria dinâmica na educação geométrica	Bairral e Barreira	2017	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
GeoGebra no Estudo da Geometria no 2º Ano do 2º Ciclo do Ensino Básico de Escolaridade	Ganeto, Sousa, Gonçalves e Duarte	2018	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
O GeoGebra como ferramenta de apoio para aprendizagem significativa da Geometria	Silveira	2018	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
Variação de Soluções na Geometria com a utilização do GeoGebra	Cruz e Holanda Filho	2019	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
Uma proposta de ensino de geometria plana com GeoGebra	Santos, Trindade e Araújo Júnior	2020	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
Investigando teoremas de geometria plana com o GeoGebra	Lago e Nós	2020	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo
Exploração de diversas Geometrias utilizando o GeoGebra	Franco	2023	Artigo	Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

4.2 Análise qualitativa dos trabalhos

4.2.1 O GeoGebra no ensino da matemática na educação básica

As pesquisas examinadas revelaram que a integração do GeoGebra ao ensino de Matemática está se tornando cada vez mais comum no cenário educacional. Devido à sua natureza de aplicativo gratuito e à sua ampla utilização em diversas áreas do ensino, bem como à sua capacidade de apresentar representações tanto algébricas quanto geométricas de um mesmo elemento, o GeoGebra foi selecionado como uma ferramenta auxiliar no aprendizado dos alunos neste estudo.

Ganeto *et al.* (2018) versam sobre o uso do GeoGebra como uma ferramenta de grande importância no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Integrando Geometria, Álgebra e Cálculo, o GeoGebra possibilita a construção de figuras geométricas desde as mais simples até as mais complexas. Ao utilizar essa ferramenta, é possível explorar uma variedade de conceitos matemáticos. Quando empregado de

maneira adequada, o GeoGebra promove o desenvolvimento de diversas habilidades nos alunos, capacitando-os a se tornarem mais autônomos e construtores do próprio conhecimento.

Neste estudo, Ganeto *et al.* (2018) destacam as potencialidades do uso do GeoGebra no ensino da Geometria em uma turma do 2º Ano do 2º Ciclo do Ensino Básico, composta por dez alunos que nunca tiveram contato com esse *software*. O objetivo proposto é “reconhecer as vantagens da utilização do GeoGebra no ensino e aprendizagem da geometria para a descoberta de noções, a aplicação de conceitos e a avaliação de conhecimentos matemáticos” (Ganeto *et al.*, 2018, p. 128).

Para Jacinto e Carreira (2017), é importante aprofundar a compreensão no que diz respeito à utilização conjunta de conhecimento matemático e tecnológico na resolução de problemas. Os autores analisaram um conjunto de resoluções de dois problemas, um do nível SUB12 e outro do nível SUB14, nos quais vários competidores recorreram ao GeoGebra, buscando entender o papel dessa ferramenta no desenvolvimento de modelos conceituais que levam às soluções. Além disso, identificaram os aspectos subjacentes à existência de diferentes abordagens para resolver cada problema com a mesma tecnologia. Os autores sugeriram que as discrepâncias fossem explicadas em termos da fluência tecno-matemática de cada participante.

4.2.2 Teoremas, proposta e GeoGebra

Com relação aos teoremas e propostas com uso do GeoGebra pelos autores nos estudos selecionados, pode-se observar que são vários métodos no ensino de Geometria no contexto escolar em diferentes situações e finalidades distintas.

Araújo Júnior, Trindade e Santos (2020) destacam que a habilidade dos jovens no uso de tecnologias é evidenciada pela destreza que demonstram ao manipular celulares, *smartphones*, *tablets* e computadores para uma variedade de finalidades. Há uma abundância de estudos que discutem e destacam a necessidade de mudança na metodologia de ensino da geometria plana em sala de aula, visando uma assimilação mais eficaz por parte dos alunos. Uma ferramenta computacional que pode contribuir para essa mudança é o GeoGebra, ao ser integrado a diversas metodologias em diferentes níveis de ensino, facilitando a compreensão da geometria plana pelos alunos. Os autores abordaram um pouco da história da geometria plana, do *software* GeoGebra, apresentando alguns

conteúdos da geometria plana que podem ser facilmente ensinados em sala de aula, utilizando essa ferramenta computacional (Araújo Júnior; Trindade; Santos, 2020).

O artigo elaborado por Nós e Lago (2020) considera que o GeoGebra emerge como uma ferramenta eficaz para aprimorar as atitudes dos futuros professores de matemática em relação à demonstração de propriedades e teoremas. No contexto da Pós-Graduação, especificamente no âmbito do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), conduziram um mapeamento literário na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), abrangendo obras catalogadas entre 2010 e 2018 que exploravam o uso do GeoGebra em demonstrações no ensino de matemática. Dessa maneira, este trabalho apresenta algumas investigações dinâmicas realizadas com o GeoGebra, focalizando teoremas geométricos abordados em disciplinas de geometria plana, tanto na Licenciatura em Matemática quanto no PROFMAT. Os teoremas selecionados foram categorizados em dois grupos: Simson-Wallace e Steiner-Lehmus.

O estudo de Amado, Sanchez e Pinto (2015) fundamenta-se na compreensão dos alunos, as conexões entre conceitos geométricos e aplicação do raciocínio matemático em suas argumentações, com base nas propriedades evidenciadas pelas figuras produzidas e exploradas em um ambiente de geometria dinâmica. No ensino básico os alunos articulam e organizam ideias matemáticas, utilizando raciocínio lógico-dedutivo e relacionando-os por meio de cadeias argumentativas para demonstrar propriedades relacionadas aos pontos notáveis do triângulo.

A abordagem da demonstração matemática não foi formal, uma vez que isso teria pouco significado para alunos deste nível de escolaridade. Os autores descrevem que o produto decorrente de uma justificativa que reflete o caráter geral do universo matemático, ou como um contraexemplo que evidencia a falta de validade de uma afirmação ou conjectura. Dessa forma, o trabalho tem as justificativas das ideias matemáticas formuladas pelos alunos quando estão envolvidos em tarefas investigativas.

Barroso *et al.* (2018) abordam uma sequência didática sobre a formação de imagens utilizando o método de Pierre Lucie, uma abordagem alternativa que emprega o gráfico dos pontos conjugados. A Teoria da Aprendizagem Significativa foi discutida com o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nesse contexto. Os autores descrevem uma breve introdução da biografia de Pierre Lucie e à dedução da equação de Gauss a partir de seu método gráfico e do método geométrico comumente encontrado na literatura. Foi implementada uma sequência didática que fez uso de um Laboratório

Virtual (utilizando o aplicativo *PhET*, do inglês "*Physics Educational Technology*") e aplicativos de manipulação algébrica (GeoGebra).

4.2.3 As metodologias e procedimentos nos estudos de Geometria

Bairral e Barreira (2017) consideram que o GeoGebra, devido à sua constante atualização, acesso *online* gratuito, desempenho estável, interface atraente e ampla gama de usos possíveis (numérico, algébrico, geométrico e funcional), tem sido amplamente utilizado tanto no ensino quanto na pesquisa. A familiarização com o GeoGebra sugere que faça uma pausa na leitura, abra o *software* e construa um quadrado sem usar o ícone de construção de polígono regular. Após a construção, experimentar a ferramenta, mover livremente um dos pontos e fazer anotações.

Os autores investigam o uso do GeoGebra em Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD) e reconhecem que essas ferramentas permitem aos usuários (alunos ou professores) verificar suas ideias, conjecturas, de forma visual e dinâmica, além de envolvê-los na exploração e na descoberta autônoma de suas observações.

Silveira (2018) destaca que a Geometria no sentido espacial dos alunos, ou capacidade espacial, engloba não apenas a habilidade de reconhecer, visualizar, representar e transformar formas geométricas, mas também compreende aspectos menos formais, relacionados à percepção de espaços bidimensionais e tridimensionais, como dobras, transformações e padrões de pavimentação. Sem o desenvolvimento da capacidade espacial e de um vocabulário adequado para descrever tais relações geométricas, torna-se difícil comunicar sobre as posições e inter-relações entre dois ou mais objetos.

A pesquisa em questão se baseou em um Programa de Formação Contínua, organizado em sessões de formação e acompanhamento em sala de aula, focado na exploração do GeoGebra para o ensino do tema das Transformações Geométricas Isométricas no plano euclidiano (Silveira, 2018).

Cruz e Holanda Filho (2019) consideram que os tópicos de geometria espacial que envolvem o cálculo de áreas e volumes nem sempre são plenamente compreendidos pelos alunos. Frequentemente, as lacunas no ensino decorrem da ausência de uma abordagem estruturada no Ensino Fundamental, que não integra de forma coesa a didática pedagógica da matemática com outras áreas de conhecimento. Nesse contexto, os autores propõem uma abordagem de uma questão da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas

Públicas e Privadas (OBMEP) por meio de duas abordagens distintas, buscando estimular a curiosidade e questionar quantas formas diferentes seriam possíveis para resolver a questão (Cruz; Holanda Filho, 2019).

Franco (2023) destaca a importância do GeoGebra e sua aplicação significativa no estudo das Geometrias, tanto a euclidiana quanto as não-euclidianas. O GeoGebra tem sido empregado para formular conjecturas, desenvolver conceitos, apresentar e demonstrar resultados relevantes nas áreas da Geometria. O autor discute e analisa os projetos que envolvem as geometrias euclidianas e não-euclidianas, realizados desde o ano de 2006 utilizando o GeoGebra.

Para essa análise, o trabalho tem três abordagens distintas: a primeira, destacando a utilização do GeoGebra em disciplinas da Licenciatura e Bacharelado em Matemática da Universidade Estadual de Maringá, a segunda, enfocando os minicursos, oficinas e palestras ministrados para professores da Rede Estadual de Ensino do Paraná, e a terceira, abrangendo audiências diversas (Franco, 2023).

Encerra-se ressaltando que a incorporação da utilização do GeoGebra para o Ensino de Matemática possibilitou a visualização geométrica dos elementos algébricos, facilitando a formalização e compreensão dos conteúdos. Esta opção de ferramenta tecnológica se revela capaz de tornar as aulas de Matemática mais envolventes, dinâmicas e interativas, oferecendo uma abordagem assíncrona que atende de forma eficaz à diversidade presente na maioria das salas de aula do ensino brasileiro.

No entanto, a utilização desses recursos tecnológicos requer um planejamento cuidadoso e flexível, a fim de garantir que as atividades sejam conduzidas e cumpram os objetivos propostos de maneira dinâmica.

5 Considerações finais

Os trabalhos examinados evidenciam que o uso do GeoGebra para o ensino de Matemática está se tornando cada vez mais comum no cenário educacional, por meio de diversas experiências. Essa utilização abrange não apenas práticas pedagógicas envolvendo alunos e professores, mas também se estende ao uso do GeoGebra como uma ferramenta essencial no processo educacional.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar um levantamento de trabalhos científicos que exploram a utilização do GeoGebra no ensino de Matemática, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura. Além disso, analisamos de que forma

as tecnologias digitais estão contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Diante desse contexto, houve um significativo aumento no número de estudos publicados sobre esse tema, entre os anos de 2014 e 2023. Os estudos envolveram diversos públicos-alvo, incluindo professores, alunos do ensino fundamental, médio e universitários. Foi possível também identificar as áreas e contextos específicos da educação em que o GeoGebra está sendo mais amplamente utilizado, como, por exemplo, na proposta para sala de aula, no ensino de Matemática e em outras áreas multidisciplinares.

No contexto educacional, o *software* GeoGebra tem sido reconhecido por seu potencial significativo no processo de ensino e aprendizagem, conforme indicado por estudos recentes. A familiaridade dos usuários com o GeoGebra e a capacidade de manipular rapidamente suas ferramentas dinâmicas têm demonstrado contribuir de forma substancial para a construção coletiva de conhecimento e aprendizagem no ensino de Matemática.

A exploração de múltiplas representações do GeoGebra destaca características distintas das diversas áreas da matemática, por meio de seus recursos variados e janelas que apresentam objetos matemáticos em representações algébricas, aritméticas e geométricas, todas dinamicamente conectadas. Nessa perspectiva, a capacidade de explorar essas representações simultaneamente contribui para superar as limitações de cada uma, aproveitando as vantagens das outras, no contexto do ensino e aprendizagem de matemática.

Os resultados desta Revisão Sistemática da Literatura indicam um crescimento nas publicações relacionadas ao GeoGebra. Quanto à área e contexto educacional em que o GeoGebra está mais utilizado, percebe-se sua presença em diferentes áreas de exploração, incluindo formação de professores de matemática, matemática e outras áreas interdisciplinares.

Além disso, é importante ressaltar que, neste estudo, as questões levantadas pela Revisão Sistemática da Literatura foram devidamente abordadas. Os estudos analisados demonstram que a utilização do GeoGebra para o Ensino de Matemática está cada vez mais presente no cenário educacional. Sua escolha como instrumento auxiliar de aprendizado se deve ao fato de ser um aplicativo amplamente utilizado e gratuito, que possibilita a representação tanto algébrica quanto geométrica de um mesmo elemento, atendendo às necessidades dos alunos. Quanto aos procedimentos e metodologias

adotados pelos autores nos estudos selecionados, observa-se que a utilização do GeoGebra para o ensino de geometria foi abordada em diversas situações e com diferentes propósitos.

O tema ainda oferece vastas oportunidades de exploração, tanto em termos teóricos quanto práticos, como destacado na maioria dos artigos selecionados. A análise dos aspectos positivos e negativos da integração dessa ferramenta no ambiente educacional é crucial, sendo fundamental inserir e avaliar o GeoGebra em diferentes contextos educacionais para compreender suas contribuições e desafios, permitindo ajustes nas teorias e práticas vigentes.

Considerando a presença das tecnologias digitais na sociedade atual, ainda há um vasto território a ser explorado no uso do GeoGebra na educação, abrangendo diversas áreas e contextos. Como proposta para futuros trabalhos, planeja-se oferecer um curso de formação para professores de matemática e de pedagogia, focado no desenvolvimento de atividades que explorem as possibilidades pedagógicas do GeoGebra, em associação ao ensino de conteúdos matemáticos com a realidade aumentada.

Recebido em: editora
Aprovado em: editora

Referências

AMADO, N.; SANCHEZ, J.; PINTO, J. A Utilização do GeoGebra na Demonstração Matemática em Sala de Aula: o estudo da reta de Euler. **Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 52, 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/8842>. Acesso em: 25 mar. 2024.

ARAÚJO, F. S de. **Tecnologias na educação matemática**: o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica no ensino da geometria espacial no Ensino Médio. 2023. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2023.

ARAÚJO JUNIOR, F. de P. S. de; TRINDADE, A. K. B. da; SANTOS, A. V. dos. Uma Proposta de Ensino de Geometria Plana com GeoGebra
 A proposal of teaching of flat geometry with GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 9, n. 3, p. 03–14, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/45133>. Acesso em: 25 mar. 2024.

BAIRRAL, M. A.; BARREIRA, J. C. F. Algumas particularidades de ambientes de geometria dinâmica na educação geométrica. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 6, n. 2, p. 46–64, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/35378>. Acesso em: 28 mar. 2024.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Reto, L. A. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROSO, F. F.; CARVALHO, S. A.; HUGUENIN, J. A. O.; TORT, A. C. Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de Pierre Lucie. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/745zkMdrRb4fPJvv99X9D9z/#>. Acesso em: 28 mar. 2024.

BOALER, J. The Development of Disciplinary Relationships: Knowledge, Practice and Identity in Mathematics Classrooms. **For the Learning of Mathematics**, v. 22, n. 1, p. 42–47, 2002. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40248383>. Acesso em: 24 mar. 2024.

BORBA, M. de C. Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. **ZDM (Berlin. Print)**, v. 41, p. 453-465, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/247dc811-a463-4c1d-90d0-6a3c3ac60a85>. Acesso em: 11 mar. 2024.

BORBA, M de C.; BALBINO JUNIOR, V. R. O ChatGPT e educação matemática. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, v. 25, n. 3, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/63304>. Acesso em: 24 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CRUZ, M. P. M. da; HOLANDA FILHO, I. de O. Variação de Soluções na Geometria com a Utilização do GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São**

Paulo, v. 8, n. 2, p. 078–101, 2019. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/42972>. Acesso em: 26 mar. 2024.

DILLON, J. T. A classificação das questões de pesquisa. **Revisão de Pesquisa Educacional**, v. 54, n. 3, p. 327-361, 1984. DOI: <https://doi.org/10.3102/00346543054003327>.

DRIJVERS, P.; SINCLAIR, N. The role of digital technologies in mathematics education: purposes and perspectives. **ZDM Mathematics Education**, 2023. Acesso em: <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01535-x>. Acesso em: 23 mar. 2025.

FEITOSA, W. N.; PINTO, J. C. Software educativo para ensino e aprendizagem de Matemática e seus usos no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 6, p. 437–452, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/125>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Artmed editora, 2008.

FRANCO, V. S. Exploração de diversas Geometrias utilizando o GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 12, n. 2, p. 165–193, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/63399>. Acesso em: 28 mar. 2024.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, 183-184, 2014. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018. Acesso em: 25 mar. 2024.

GANETO, J. P. A.; SOUSA, M. S. da C. C.; GONÇALVES, M. J. S.; DUARTE, S. S. S. GeoGebra no Estudo da Geometria no 2º ano do 2º ciclo do Ensino Básico de Escolaridade. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 7, n. 2, p. 127–143, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/34876>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GEARY, D. C. Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. **Developmental Psychology**, n. 47, v. 6, p. 1539–1552, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/a0025510>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GRAVINA, M. A.; CONTIERO, L. de O. Modelagem com o GeoGebra: uma possibilidade para a educação interdisciplinar? **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 9, n. 1, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/21917>. Acesso em: 19 fev. 2024.

HITT, F. Construction of mathematical knowledge using graphic calculators (CAS) in the mathematics classroom. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, n. 42, v. 6, p. 723–735, 2011.

HOHENWARTER, M.; HOHENWARTER, J.; KREIS, Y.; LAVICZA, Z. **Teaching and Learning Calculus with Free Dynamic Mathematics Software GeoGebra**. 11th

International Congress on Mathematical Education (ICME 11), Monterrey, Mexico, 2008.

JACINTO, H.; CARREIRA, S. Diferentes Modos de Utilização do GeoGebra na Resolução de Problemas de Matemática para Além da Sala de Aula: evidências de fluência tecno-matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 31, n. 57, p. 266–288, jan. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/JkrFqNmDWwKqVLS75kXXhYr/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 25 mar. 2024.

KLAWE, M. M. **Supporting Women in Mathematics and Computer Science**. In: BEERY, J. L.; GREENWALD, S. J.; KESSEL, C. (Eds). Fifty Years of Women in Mathematics. Association for Women in Mathematics Series, Springer: Cham, v. 28, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-82658-1_27. Acesso em: 25 mar. 2024.

KITCHENHAM, B. **Diretrizes para realizar revisões sistemáticas de literatura em engenharia de software, versão 2.3**, Relatório Técnico EBSE EBSE-2007-01, Keele University e University of Durham, 2007.

LEE, J. A.; VERLEYSEN, M. Quality assessment of dimensionality reduction: Rank-based criteria. **Neurocomputing**, v. 72, p. 7–9, 2009. Disponível em: <https://perso.uclouvain.be/michel.verleysen/papers/neurocomputing09jl.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2024.

MAGNI, D. G. P.; LEÃO, M. F. Práticas Interdisciplinares entre a Matemática e Ciências: reflexões a partir da produção científica brasileira. **Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 12, 2024. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/16588>. Acesso em: 18 abr. 2024.

NEMOTO, T.; BEGLAR, D. Developing Likert-scale questionnaires. In: SONDA, N.; KRAUSE, A. (Eds.). **JALT2013 Conference Proceedings**, Tokyo: JALT, 2014. Disponível em: https://jalt-publications.org/sites/default/files/pdf-article/jalt2013_001.pdf. Acesso em: 12 fev. 2024.

NÓS, R. L.; LAGO, R. C. Investigando teoremas de geometria plana com o GeoGebra
 Investigating plane geometry theorems with GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 9, n. 3, p. 15–29, 2020. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/47972>. Acesso em: 28 mar. 2024.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SANTIAGO, P. V. da S.; SANTANA, J. R. Proposta para o ensino de Geometria: sólidos no GeoGebra. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, 2024. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/15862>. Acesso em: 18 abr. 2024.

SILVEIRA, A. P. R. O GeoGebra como ferramenta de apoio para aprendizagem significativa da Geometria. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São**

Paulo, v. 7, n. 1, p. 07–30, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/34778>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SOUZA, J. F. de. Uso do Geogebra no ensino da Matemática. 2018. 156 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, Lajeado, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2482>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ZÖCHBAUER, J.; HOHENWARTER, M.; LAVICZA, Z. Improving the GeoGebra Classroom tool to better accommodate online educational resource development based on the SAMR model. **Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12)**, Bozen-Bolzano: Italy, 2022. Disponível em: <https://hal.science/hal-03753514/>. Acesso em: 28 mar. 2024.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.