

El uso del software GeoGebra como herramienta para el aprendizaje de Geometría en la Educación Básica: una revisión sistemática de la literatura
O uso do software GeoGebra como ferramenta para o ensino de Geometria na Educação Básica: uma Revisão Sistemática de Literatura

Maria Graciene Moreira dos Santos, Francisco Régis Vieira Alves

Fecha de recepción: 17/06/2022
Fecha de aceptación: 19/08/2023

<p>Resumen</p>	<p>Este trabajo surge de una Revisión Sistemática de Literatura cuyo propósito fue analizar artículos que tratan sobre el uso del software GeoGebra para la enseñanza de la geometría en la Educación Básica. La pregunta central abordada fue: "¿Cómo ha contribuido el software GeoGebra a la enseñanza de la geometría en la Educación Básica?". Con base en las investigaciones realizadas por los autores, es posible concluir que el software brinda un sólido soporte para la enseñanza de la geometría, enfatizando su relevancia para esta investigación. De esta manera, se espera que este trabajo pueda constituir un recurso útil para los educadores de matemáticas, ofreciendo valiosas ideas sobre cómo integrar de manera efectiva el software GeoGebra en su práctica pedagógica.</p> <p>Palabras clave: Tecnologías Digitales, Enseñanza de la Geometría, GeoGebra, Revisión Sistemática.</p>
<p>Abstract</p>	<p>This work stems from a Systematic Literature Review whose purpose was to analyze articles that deal with the use of GeoGebra software for teaching geometry in Basic Education. The central question addressed was: "How has the GeoGebra software contributed to the teaching of geometry in Basic Education?". Based on the investigations carried out by the authors, it is possible to conclude that the software provides solid support for teaching geometry, emphasizing its relevance for this research. In this way, it is hoped that this work can constitute a useful resource for mathematics educators, offering valuable insights on how to effectively integrate the GeoGebra software in their pedagogical practice.</p> <p>Keywords: Digital Technologies, Teaching Geometry, GeoGebra, Systematic Review.</p>

Resumo

Este trabalho decorre de uma Revisão Sistemática de Literatura cujo propósito foi analisar artigos que tratam do uso do software GeoGebra para o ensino da geometria na Educação Básica. A indagação central abordada foi: "De que maneira o software GeoGebra tem contribuído para o ensino da geometria na Educação Básica?". A partir das investigações realizadas pelos autores, é possível concluir que o software apresenta um respaldo sólido para o ensino da geometria, ressaltando sua relevância para esta pesquisa. Desse modo, espera-se que este trabalho possa se constituir como um recurso útil para os educadores de matemática, oferecendo insights valiosos sobre como integrar efetivamente o software GeoGebra em sua prática pedagógica.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais, Ensino de Geometria, GeoGebra, Revisão Sistemática.

1. Introdução

No contexto educacional atual, aprimorar o processo formativo dos alunos tornou-se um ponto central de discussão. A utilização de abordagens que promovam uma melhoria no ensino e na aprendizagem é amplamente debatida. Nesse cenário, é impossível ignorar o papel crucial dos recursos tecnológicos, que se tornaram uma presença constante na vida dos educandos.

As Tecnologias Digitais (TD) têm se destacado como recursos educacionais de grande potencial, quando aliadas a uma metodologia de ensino eficaz. Esse casamento entre tecnologia e abordagem pedagógica pode capacitar os alunos a assumirem um papel de protagonismo em seu próprio processo de aprendizagem. A interação do aluno com o ambiente é fundamental para o seu desenvolvimento, e as TD oferecem essa interação de maneira dinâmica, resultando em um aprendizado aprimorado.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que orienta a Educação Básica no Brasil, reconhece a grande importância da inclusão das tecnologias no processo educacional. Ao integrar as TD no ensino e aprendizagem, a escola se aproxima da realidade em constante evolução, permitindo que os alunos estejam preparados para as mudanças decorrentes do avanço tecnológico (Brasil, 2018).

No contexto das dificuldades de aprendizagem, a disciplina de matemática continua a gerar apreensão no ambiente da sala de aula, o que conseqüentemente contribui para o baixo desempenho dos estudantes. Entre os componentes curriculares da matemática, a Geometria assume um papel de destaque. Apesar de ser reconhecida como fundamental para o desenvolvimento dos alunos, sua abordagem ainda apresenta desafios significativos (Camilo, Alves & Fontenelle, 2020).

A resistência em relação ao ensino da Geometria tem suas raízes no Movimento da Matemática Moderna, ocorrido nas décadas de 1960 e 1970. Esse movimento, que procurava modernizar o ensino da matemática, resultou na minimização da importância atribuída à geometria e ao seu ensino nas escolas (Lorenzato, 1995). Como resultado desse período histórico, a geometria passou a ser tratada de maneira subestimada, gerando impactos duradouros no modo como é abordada em sala de

aula. Diante dessa realidade, é essencial reconhecer a necessidade de reavaliar as abordagens de ensino da geometria, a fim de superar as barreiras históricas e proporcionar aos alunos uma compreensão mais eficaz desse componente curricular.

O ensino da geometria está intrinsecamente ligado à habilidade de visualização, à manipulação e ao uso de materiais concretos. Quando consideramos a aplicação e a incorporação das novas tecnologias digitais como ferramentas na sala de aula, identificamos nelas um potencial significativo para a representação das formas geométricas. Essa abordagem tem o poder de tornar o processo de aprendizagem não somente mais envolvente, mas também mais profundo em termos de significado.

Diversos softwares têm sido empregados como ferramentas para o ensino da geometria, entre os quais se destaca o GeoGebra, um software de livre acesso e de utilização simplificada. Abar (2020a) destaca que ele oferece suporte às metodologias empregadas pelos professores, simplificando a resolução de exercícios e problemas. A razão para tal melhoria está nos recursos visuais e manipulativos que o software proporciona.

Para reforçar essa perspectiva, Alves e Borges Neto (2012) ampliam o argumento enfatizando que a incorporação desse software como recurso tecnológico possibilita visualizar situações que os estudantes teriam dificuldade de compreender ao abordarem um problema manualmente, com lápis e papel. A interação com o GeoGebra oferece uma representação mais concreta e dinâmica das questões geométricas, permitindo que os alunos visualizem e manipulem elementos, o que, por sua vez, aprofunda a compreensão e facilita a aprendizagem.

Considerando a relevância das Tecnologias Digitais (TD) no ensino da geometria, o objetivo deste trabalho é analisar artigos que abordam o uso do software GeoGebra para o ensino de geometria na Educação Básica. Para essa finalidade, optou-se por conduzir uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), uma metodologia de pesquisa descritiva e exploratória.

Buscamos responder por meio desta Revisão Sistemática de Literatura ao seguinte questionamento: Como a utilização do GeoGebra tem auxiliado no ensino de geometria na Educação Básica?

Nas próximas seções, apresentaremos o referencial teórico relacionado ao ensino de geometria com o apoio do software GeoGebra, enfatizando a transposição dos conhecimentos matemáticos. Além disso, detalharemos os materiais e os métodos empregados na busca desses trabalhos. Em seguida, conduziremos análises e discussões dos artigos selecionados e, finalmente, apresentaremos nossas considerações finais.

2. Dificuldades no Ensino de Geometria

Ao abordar a temática do ensino da geometria, é fundamental trazer à luz o Movimento da Matemática Moderna (MMM), que teve seu auge nas décadas de 1960 e 1970. Originado na Europa e nos Estados Unidos, esse movimento foi introduzido no Brasil no início dos anos 1960. Pavanello (1989) destaca que o MMM teve como efeito colateral o abandono do ensino de geometria, devido à complexidade dos métodos adotados, os quais muitos professores não compreendiam nem dominavam.

No contexto do MMM, a ênfase no ensino da geometria estava na abordagem das transformações, desenvolvida de maneira intuitiva e sem a preocupação de

construir uma sistematização sólida. O pensamento dedutivo era valorizado, com foco em provas escritas e resultados, negligenciando o processo de construção dos conceitos geométricos, aspecto essencial para o desenvolvimento do raciocínio geométrico (Pavanello, 1989).

Essa abordagem histórica permite compreender algumas das lacunas observadas no ensino e aprendizagem da geometria na Educação Básica. Embora os alunos possam realizar cálculos de forma manual, muitas vezes enfrentam dificuldades ao resolver os mesmos problemas quando apresentados de forma contextualizada. Isso é resultado da mecanização do ensino da matemática, que remonta a tempos passados.

Quando consideramos a Educação Básica de maneira abrangente, destacamos a importância da aprendizagem da Geometria Euclidiana, seja ela plana ou espacial. De acordo com Pais (1996), quatro elementos desempenham um papel crucial na formação desse conhecimento: o objeto, o conceito, o desenho e a imagem mental. O autor argumenta que as representações visuais desses objetos e suas reproduções por meio de desenhos têm um impacto direto no raciocínio procedimental e na construção do entendimento geométrico por parte dos alunos.

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o documento que orienta o currículo da Educação Básica no Brasil, delinea competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos ao longo de sua trajetória educacional. A BNCC reconhece que a geometria é uma disciplina que oferece ferramentas para resolver problemas do mundo real, promovendo o desenvolvimento do pensamento geométrico (Brasil, 2018).

No âmbito das competências delineadas pela BNCC, destaca-se a terceira, que enfatiza a capacidade de "utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos" (Brasil, 2018, p. 532). As habilidades associadas ao desenvolvimento dessa competência abrangem a interpretação, a modelagem, a resolução e a formulação de problemas matemáticos, abarcando noções, conceitos e procedimentos quantitativos, geométricos, estatísticos, probabilísticos e outros.

A BNCC também ressalta a importância das tecnologias digitais no processo educacional, enfatizando sua capacidade de aproximar a escola da realidade dos alunos e das transformações decorrentes do avanço tecnológico (Brasil, 2018). Complementando essa perspectiva, apresentamos neste escrito o GeoGebra, um software de geometria dinâmica. Sua introdução visa simplificar a transposição didática do conhecimento matemático.

3. O software GeoGebra como recurso para Transposição Didática

O estudo referente à definição da Transposição Didática está situado no campo da Didática da Matemática. O termo refere-se ao processo de transformação do conhecimento científico para o saber a ser ensinado no ambiente escolar. Chevallard (1991) define como Transposição Didática:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O 'trabalho' que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (Chevallard, 1991, p. 39, tradução nossa).

Desse modo, as diversas maneiras nas quais essas transformações podem acontecer abrem um amplo leque de possibilidades metodológicas para os professores. Atualmente diversos estudos têm se dedicado a identificar recursos tecnológicos que auxiliem a Transposição Didática, facilitando a aprendizagem e a compreensão do aluno em conteúdos matemáticos. De modo específico, tratamos aqui, de abordagens que viabilizem o ensino da geometria, sendo alguns deles Gravina (2001), Alves (2019), Lévy (1993), Silva (2015), Kalinke e Motta (2019) e Silva e Abar (2016).

Gravina (2001) aborda, em sua tese que, nossa primeira ação ao nos depararmos com problemas geométricos, é tentar desenhar a situação no intuito de melhor compreendê-la. De acordo com a pesquisadora, nem sempre é claro para o aluno que o desenho se trata apenas de um esboço físico de representação do objeto, podendo se constituir tanto como recurso, como também como um entrave no raciocínio geométrico. Nessa perspectiva, os ambientes de geometria dinâmica ganharam espaço justamente pelo fato de possibilitar a manipulação de objetos geométricos. A autora ainda destaca que a geometria dinâmica:

(...) incentiva o espírito de investigação matemática: sua interface interativa, aberta a exploração e à experimentação, disponibiliza os experimentos de pensamento. Manipulando diretamente os objetos na tela do computador.(...) os alunos questionam o resultado de suas ações/operações conjecturam e testam a validade das conjecturas inicialmente através dos recursos de natureza empírica. (Gravina, 2001, p. 89-90)

A principal característica desses softwares está na possibilidade de as representações dos objetos matemáticos serem modificadas sem nenhuma alteração em suas propriedades. Os alunos conseguem manipular diretamente a representação dos objetos, o que os possibilita fazer conjecturas que poderão ser testadas com o auxílio das ferramentas disponíveis.

No trabalho de Alves (2019), o autor ressalta a importância da utilização do software Geogebra e das possibilidades de visualização oferecidas por suas diversas janelas (2D, 3D, CAS) juntamente à explanação detalhada de seus elementos. Essa combinação proporciona um ambiente altamente significativo para a promoção da aprendizagem em matemática.

Ainda nesse contexto, Silva (2015) apresenta o software como um recurso tecnológico capaz de enriquecer a prática docente de maneira dinâmica no ensino da matemática. Kalinke e Motta (2019), por sua vez, corroboram essa perspectiva, enfatizando que o software é uma ferramenta versátil que viabiliza uma abordagem diversificada, permitindo explorar uma ampla gama de conteúdo em uma única interface.

Levando em consideração o uso do software para o desenvolvimento da aprendizagem, Scalabrin e Mussato (2020) ressaltam que o software confere significado e interatividade às representações mentais criadas pelos alunos, o que, por sua vez, facilita a visualização e a compreensão desses em relação aos problemas apresentados.

Esses autores convergem em destacar que o GeoGebra oferece uma abordagem enriquecedora para o ensino da matemática, tornando-a mais envolvente e interativa. Ao permitir a exploração de diferentes conceitos matemáticos em um ambiente virtual unificado, o software ajuda os alunos a construir uma

compreensão mais sólida dos temas geométricos e matemáticos de forma geral. Essa convergência de visões reforça a importância e o potencial do GeoGebra como uma ferramenta pedagógica valiosa no ensino da matemática.

O software GeoGebra emerge como uma ferramenta propícia para modernizar o conhecimento escolar, simplificando o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos (Silva e Abar, 2016). Contudo, a eficácia desse recurso para instaurar uma aprendizagem significativa depende da capacidade do professor em compreender como realizar a Transposição Didática do conteúdo em conjunto a essa ferramenta. Desse modo, é essencial que o docente tenha uma apreensão clara do processo complexo pelo qual a matemática passa antes de ser transformada em um elemento ensinável (Abar, 2020b). Portanto, a combinação do GeoGebra e da competência pedagógica do professor desempenha um papel crucial na modernização e na eficácia do ensino da matemática na Educação Básica.

4. Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa de pesquisa, considerando sua eficácia para alcançar o objetivo estabelecido. A metodologia empregada foi a Revisão Sistemática de Literatura, uma abordagem conforme definida por Perissé et al. (2001), que emprega estratégias científicas para mitigar vieses na seleção de artigos, avaliar esses estudos com um olhar crítico e sintetizar todas as contribuições relevantes sobre um tópico específico. Além disso, essa metodologia também se insere no âmbito de uma pesquisa de natureza bibliográfica.

O autor Clarke (2001) acrescenta que a execução de uma revisão sistemática se baseia em métodos sistemáticos e predefinidos. O processo de elaboração de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é conduzido seguindo uma sequência de passos, conforme sugerido pelo autor, sendo eles: elaboração de uma pergunta bem definida, que seja respondida no decorrer da pesquisa; localização de busca e seleção dos estudos; avaliação crítica e criteriosa dos textos selecionados; recolha dos dados; análise e apresentação dos dados; interpretação dos dados e aperfeiçoamento e atualização.

Neste estudo, para elaboração da RSL, avançamos até o estágio que engloba a análise e apresentação dos dados coletados. Em seguida, adotamos a metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011) para embasar uma investigação mais profunda e a discussão de trabalhos pertinentes ao nosso tema de pesquisa.

A abordagem de análise de conteúdo de Bardin (2011) consiste em um conjunto de estratégias que visa examinar as informações de maneira sistemática e objetiva. Por meio de procedimentos predefinidos, almejamos alcançar uma descrição abrangente do conteúdo almejado. Isso nos permitirá explorar e compreender as informações coletadas de maneira estruturada e coerente, contribuindo, assim, para uma discussão fundamentada em nossa pesquisa.

Como característica de uma revisão de literatura, surge a grande quantidade de dados para serem analisados. Sendo assim, foram estabelecidos alguns critérios de inclusão e exclusão, a saber:

Inclusão	Exclusão
Trabalhos publicados em língua portuguesa.	Trabalhos em língua estrangeira.
Trabalhos aplicados ou Propostas Didáticas para aplicação	O uso do GeoGebra em nível de ensino diferente dos aplicados ao fundamental e médio.
Trabalhos publicados no período compreendido entre 2018 a 2021.	Trabalhos publicados fora do período de 2018 a 2021.
Trabalhos que utilizaram o <i>software</i> "GeoGebra" para o ensino de geometria na Educação Básica.	

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão dos materiais analisados

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Restringimo-nos a quatro periódicos, que são: Revista Renote Novas Tecnologias na Educação, Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática, Revista Eletrônica de Educação Matemática (REVEMAT) e a Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo. Dada a extensão do nosso trabalho, compreendemos que há limitações para realizar um estudo mais amplo, no entanto, esclarecemos que há outros periódicos que versam sobre a temática.

Após aplicar os descritores "geometria AND GeoGebra", inicialmente, um total de 124 resultados foram identificados. Em um segundo estágio de filtragem, foi realizada uma análise das datas de publicação desses artigos, limitando-os ao período entre janeiro de 2018 e maio de 2022. Isso resultou na seleção de 61 artigos. Essa delimitação temporal foi estabelecida considerando a natureza da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um documento recente e normativo, que introduziu diretrizes para o desenvolvimento de competências relacionadas à cultura digital e tecnológica a partir de sua oficialização em 2018.

O processo final de filtragem consistiu na leitura atenta dos títulos, resumos e palavras-chave de todos os artigos inicialmente selecionados, com o objetivo de identificar aqueles que abordavam especificamente o uso do GeoGebra no ensino da geometria na Educação Básica. Como resultado desse refinamento, um total de 29 artigos foram retidos para inclusão em nosso estudo. (vide Quadro 2)

Fonte de dados	Quantidade de artigos identificados	Palavras-chave utilizadas na busca
Revista Renote	4	Geometria AND GeoGebra Idioma: Português.
Revista Revemat	2	Geometria AND GeoGebra Idioma: Português.
Revista Sergipana	2	Geometria AND GeoGebra Idioma: Português.
Revista do Instituto GeoGebra	21	Geometria AND GeoGebra Idioma: Português.

Quadro 2. Demonstrativo das fontes de dados

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na etapa final deste estudo, conduzimos uma leitura minuciosa e uma análise crítica dos artigos selecionados. Dado o volume significativo de artigos na Revista do Instituto GeoGebra, e considerando as limitações de escopo deste trabalho, optamos por escolher os três artigos mais recentes dentre o conjunto disponível. Na seção subsequente, apresentamos uma exposição dos resultados obtidos e conduzimos discussões pertinentes sobre as conclusões que emergiram dessas análises.

5. Resultados

Apresentamos a seguir os trabalhos selecionados, buscando destacar, autor, título, periódico e o ano de publicação de cada obra. (vide Quadro 3)

ID	Autor	Título	Base	Ano
1	Trainotti, M. T.Silva, R. S.	Poly e GeoGebra 3D: Um experimento de ensino na educação básica.	Revista Renote	2018
2	Dickel, M. T. Notare, M. R.	Isometrias e GeoGebra: O papel do arrastar na construção de conceitos.	Revista Renote	2018
3	Volpato, A. T. Fortes, P. R. Silveira, S. R.	Um estudo de caso envolvendo a aplicação de um software educacional De Geometria Espacial	Revista Revmat	2018
4	Silveira, P. F. Notare, M. R.	Dobraduras dinâmicas e a argumentação em geometria.	Revista Renote	2020
5	Viana, O. A. Silva, L. R. P.	Raciocínio geométrico e aprendizagem de congruência de triângulos	Revista Revmat	2020
6	Cabral, C. A. F. Almeida, T. C. S.	Semelhança de triângulos e geogebra: uma alternativa de ensino por meio de representações dinâmicas	Revista ReviSeM	2020
7	Jesuz, D. A. F. Pereira, A. L.	Cálculo de áreas de quadriláteros irregulares: análise das contribuições de uma sequência didática	Revista ReviSeM	2020
8	Santos, A. V. dos Trindade, a. K. B. da Junior, F. de P. S. de A.	Uma proposta de ensino de geometria plana com GeoGebra	Revista do Instituto GeoGebra	2020
9	Oliveira, D. V. Stormowski, V.	Visualização espacial no ensino fundamental: Rotações no GeoGebra.	Revista Renote	2021
10	Portella, H. P. de Leivas, J. C. P.	GeoGebra para introduzir geometria hiperbólica no ensino fundamental	Revista do Instituto GeoGebra	2021
11	Cavalcante, J. F. A. Melo, V. F. de Santos, V. de O.	Lugar geométrico de curvas: construções e demonstrações das cônicas usando o GeoGebra	Revista do Instituto GeoGebra	2021

Quadro 3. Artigos selecionadas para a busca

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

• Revista Renote Novas Tecnologias na Educação

O estudo conduzido por Trainott e Silva (2018), denominado [1], teve como objetivo a apresentação e a reflexão sobre um experimento de ensino que abordou a

geometria espacial, empregando dois softwares: o Poly e o GeoGebra. No entanto, focalizamos nossa análise exclusivamente no último, uma vez que é o ponto central de nosso estudo. Os autores adotaram uma abordagem de pesquisa qualitativa, com a finalidade de permitir que os alunos compreendessem, por meio da visualização, a interpretação, a construção e a resolução inicial das questões por meio do aplicativo, antes de avançar para a construção de uma solução algébrica para os problemas.

O estudo [1] proposto pelos autores apresenta três problemas que foram abordados e solucionados no software GeoGebra, permitindo que os alunos descrevessem posteriormente essas questões de maneira algébrica, com o objetivo de chegar aos mesmos resultados alcançados por meio do software. Essa abordagem metodológica demonstra a intenção dos autores em explorar uma abordagem interdisciplinar, unindo a visualização proporcionada pelo GeoGebra à construção de soluções algébricas, promovendo, assim, uma compreensão mais completa e integrada dos conceitos geométricos.

Trainott e Silva (2018) concluíram sua pesquisa descrevendo que a abordagem da Geometria Espacial por meio de situações problemas atrelados ao uso do *software* GeoGebra possibilita que os alunos compreendam as dimensões das figuras, e com isso, as torne mais reais, conseguindo assim melhor associá-las com objetos do seu cotidiano. Acrescentam ainda que, as aulas ocorreram de forma mais dinâmica, despertando no aluno a curiosidade e a busca para construção da solução dos problemas propostos.

Na pesquisa [2], Dickel e Notare (2020) visam discutir o potencial dos ambientes de geometria dinâmica para a construção de conceitos de isometria. São analisadas atividades matemáticas resolvidas por alunos de uma escola da rede pública, tendo como base a Teoria das Tecnologias Cognitivas e as Análises Cognitivas do arrastar. O objetivo foi discutir o uso de ambientes de geometria dinâmica inserido em uma proposta referente a isometrias, nos quais foram desenvolvidas atividades de investigação e de manipulação com o uso do *software*.

A pesquisa [2] trata-se de um recorte da pesquisa de mestrado desenvolvida pela autora principal. O trabalho traz dois problemas nos quais os estudantes deveriam utilizar o GeoGebra para explorar, por meio do movimento de arrastar pontos construídos sobre objetos geométricos que provocaram em outros pontos, deles dependentes, as transformações de isometrias.

Os dois problemas visavam ilustrar o potencial do GeoGebra para promover o pensar em matemática, nos quais a tecnologia torna-se um instrumento matemático importante. No primeiro problema, o recurso arrastar foi utilizado pelos alunos para investigar e descobrir propriedades impostas no problema; já na segunda, o recurso foi usado para explorar e realizar conjecturas. Nessa proposta, os alunos puderam colocar em evidências os três principais elementos que definem as isometrias; reflexão, ângulo de rotação e vetor de translação.

Dickel e Notare (2020) concluem que a interação dos alunos com os recursos da ação contínua de arrastar para explorar e descobrir possibilitou a compreensão da essência das isometrias, e que a partir dessa ferramenta do arrastar disponível no *software*, regularidades vão aparecendo, conduzindo, assim, a formação do pensamento matemático.

Na pesquisa [4], os autores Silveira e Notare (2020) trazem uma abordagem semelhante à proposta feita pelos autores da pesquisa [2]. Em seu trabalho, os autores utilizaram o *software* GeoGebra, a partir de manipulação, simulando dobraduras em folhas de papel, no qual os alunos foram instigados a explorar e argumentar, com foco voltado para o desenvolvimento do pensamento geométrico, para a comunicação e para a linguagem dos estudantes.

Foi realizada na pesquisa [4] a exploração de dobraduras virtuais no GeoGebra. Tal investigação ocorreu por meio de uma oficina para alunos no nono ano de uma escola pública de rede estadual. A oficina foi organizada em um livro digital com as sequências das atividades construídas pelos autores, e a estrutura geral das atividades foi pensada e construída com vistas a contemplar etapas do pensamento geométrico.

Os autores [4] concluem que a exploração de dobraduras virtuais no *software* proporcionou o desenvolvimento de habilidades próprias do pensamento geométrico, tais como: identificar relações, fazer conjecturas e testar argumentações. Ainda acrescentam que, a partir das análises de dados, os alunos tiveram um progresso no processo de aprendizagem. Esse processo acontece quando o aluno passa da fase de um estágio de identificar uma figura geométrica, pela sua aparência física, para determiná-la a partir de suas propriedades. Salientam que o ambiente de geometria dinâmica trouxe a possibilidade de trabalhar a essência da Geometria Euclidiana, ou seja, o resgate do desenvolvimento de habilidades, como: exploração, testes, conjecturas e argumentações, isso, a partir de atividades de manipulação de dobraduras virtuais no GeoGebra.

De modo análogo à pesquisa [1], os autores da pesquisa, [9] Oliveira e Stormowski (2021), apresentam, em sua proposta, uma sequência de atividades para serem resolvidas no GeoGebra, com vistas a analisar as contribuições do *software* para o processo de visualização espacial por meio de situações problemas envolvendo rotação e superfícies de revolução.

O escrito [9] busca responder ao seguinte questionamento; “Quais são as contribuições do GeoGebra no processo de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, quando se faz uso de atividades envolvendo rotação?”. As duas primeiras atividades abordaram a construção de figuras derivadas da rotação de pontos e segmentos de retas em torno dos eixos x , y e z .

Nessas duas primeiras atividades, os alunos foram levados a deduzir informações por meio de observações. O intuito dessas duas primeiras abordagens foi fazer com que os alunos exercitassem a percepção do fundo da figura. Na última atividade, foi proposto que os alunos realizassem a construção de um sólido de revolução, e com isso pudessem utilizar todas as habilidades aprendidas no decorrer das atividades.

Oliveira e Stormowski (2021) destacam que, durante todo o processo, desde a elaboração e planejamento até a aplicação das atividades, levaram em conta as características e as potencialidades do GeoGebra, de modo que pudessem mobilizar diferentes registros de representação semiótica, sendo esse utilizado como base do referencial teórico apresentado pelos autores.

Em um primeiro momento, foi disponibilizada para os alunos uma imagem de uma construção, restrita a janela de visualização 3D. Os alunos tiveram que deduzir

informações de uma situação estática e explicitar suas observações; na sequência, foi solicitado que os alunos registrassem suas observações, levando em conta objetos geométricos envoltos, rotações e eixos, com intuito de permitir a compreensão e interpretação referente à imagem. Na última atividade, foi solicitada aos alunos a reprodução de um objeto à livre escolha. Essa atividade foi o encerramento da sequência didática e seria nesse momento que o aluno iria expor todas as habilidades desenvolvidas nas atividades.

Na pesquisa conduzida pelos autores [9], as conclusões delineadas destacam uma série de contribuições do software GeoGebra em diversos aspectos. Entre esses aspectos, estão o fomento ao desenvolvimento da visualização espacial, a capacidade de gerar representações gráficas de curvas e superfícies no espaço, bem como sua relevância no processo de aprendizagem matemática. Além disso, a pesquisa ressalta a habilidade do software em articular diferentes representações de um mesmo objeto matemático, e enfatiza sua capacidade de apresentar conteúdos que não são convencionalmente abordados no contexto do Ensino Fundamental. Essas observações convergem para realçar a amplitude e o potencial abrangente do GeoGebra como uma ferramenta que transcende as fronteiras tradicionais da educação matemática, proporcionando uma abordagem dinâmica e enriquecedora que pode beneficiar tanto a compreensão conceitual quanto o desenvolvimento de habilidades matemáticas dos alunos.

• Revista Eletrônica de Educação Matemática

A proposta [3], dos autores Volpato e Fortes (2018), trata-se de um estudo de caso, no qual os autores, professores pesquisadores, pretendiam proporcionar a ampliação com uso das TICs em sua região de atuação, por se tratar de uma área com pouca informação a respeito do uso de tecnologias de informação e da comunicação.

O estudo foi voltado para a aplicação do *software* GeoGebra para o trabalho com tópicos de geometria espacial, e seu objetivo principal, como já mencionado, foi o de proporcionar a inclusão de ferramentas tecnológicas nos processos de ensino e aprendizagem. A utilização do *software* foi aplicada após a explicação teórica dos conteúdos de geometria espacial. As atividades foram divididas em 6 tópicos, que foram desde a apresentação da interface do GeoGebra, até a construção de cubos, tetraedros, pirâmides, cones, cilindros e esferas. Os professores pesquisadores utilizaram questionários destinados ao professor e aos alunos da turma, além de um roteiro que foi observado por eles.

Volpato e Fortes (2018) acreditam que a realização do estudo com aporte do *software* ocasionou a motivação dos alunos em participar de maneira ativa, apresentando suas dificuldades e superando-as com auxílio da professora e da pesquisadora. Também destacam que a abordagem da geometria espacial atrelada ao uso do *software* de geometria dinâmica possibilitou o desenvolvimento da autonomia do educando.

A abordagem proposta pela pesquisa [5], de Viana e Silva (2020), trata-se de uma pesquisa do professor, aplicada à turma no qual ele leciona, buscando identificar o avanço no raciocínio geométrico com sua turma de alunos. Com uma proposta didática relativa ao tema de congruência de triângulos para o desenvolvimento de sua pesquisa, utilizou de recursos, como: slides com animações, materiais manipuláveis e o *software* GeoGebra. No momento da abordagem da atividade aliada ao *software*,

os alunos puderam construir e manusear pares de triângulos, no intuito de que percebessem que os ângulos correspondentes dos dois triângulos criados também se alteravam, formando outras representações de triângulos congruentes.

Os alunos foram orientados a construir, a cada aula, um par de triângulos e, na sequência, o professor solicitou que medissem os lados e os ângulos, e alterassem os lados dos triângulos, no intuito de verificar o progresso dos alunos com relação à visualização do que estava sendo proposto. Ao finalizar a construção, o professor retomava os conhecimentos mobilizados e levantava questionamentos.

• Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática

Os autores da pesquisa [6], Cabral e Almeida (2020), trazem em seu escrito ponderações a respeito de uma alternativa de ensino por meio de representações dinâmicas. O objetivo da proposta visa verificar se atividades com enfoque em representações dinâmicas podem contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos em semelhança de triângulos. A pesquisa trata-se de um recorte de uma pesquisa de mestrado na qual os autores apresentam uma das sete atividades desenvolvidas na obra original e teve como intuito explorar as condições de semelhanças entre dois triângulos a partir das concepções e atividades dos sujeitos.

Na proposta, foi passada para os alunos uma sequência de atividades, que ia desde a construção da figura, até a resolução dos problemas. A atividade foi realizada em sala de aula usando o aplicativo GeoGebra para smartphone, tendo os seguintes objetivos:

- 1) Construir triângulos ampliados homoteticamente;
- 2) Encontrar a razão de proporcionalidade;
- 3) Identificar os lados homólogos nos triângulos ampliados;
- 4) Observar quais elementos dos triângulos se alteram e quais permanecem inalterados quando estes são ampliados;
- 5) Tratamento no registro figural dinâmico.

A tarefa objetivou examinar a medida dos ângulos e a medida dos lados utilizando a ampliação de um triângulo homoteticamente. Cabral e Almeida (2020) enfatizam que o uso de programas de representações dinâmicas para o ensino de semelhança de triângulos possibilita ao aluno realizar experiência que, se executada em ambientes com lápis e papel, dificultaria a consecução, uma vez que os programas favorecem a percepção de condições de semelhança.

Assim, objetivo central do estudo visa verificar se atividades com foco em representações dinâmicas podem contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos em semelhança de triângulos. Para isso, os autores utilizaram como aporte teórico a Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval.

Os autores da proposta [6] finalizam destacando que o recurso enriqueceu a atividade, visto que permite ao aluno uma visualização dinâmica da ampliação de triângulos, o que os conduziu durante todo o processo de resolução da atividade proposta. Por fim, salientam que a aplicação dessa sequência de atividades possibilitou aos autores a reflexão de que conceitos e propriedades podem ser trabalhados em mais de um registro de representação do objeto. Na atividade, foram destacados a conversão de uma representação no registro da língua natural, para

representação no registro figural (sendo desenvolvidos tais aspectos em seu referencial teórico).

Na pesquisa [7], Jesus e Pereira (2020) propõem uma sequência didática sobre o estudo de quadriláteros regulares, partindo de uma proposta baseada metodologicamente na articulação entre História da Matemática e as tecnologias digitais. Essa proposta visa superar as aulas tidas como tradicionais, focando em um processo no qual professor e aluno constroem em processo humano e colaborativo o aprender. A articulação proposta pelos autores [8] entre a História da Matemática e Tecnologias Digitais visa fazer com que a matemática se revele para o aluno como um processo de construção humana.

A sequência didática foi aplicada a três turmas de um curso técnico integrado ao ensino médio, sendo essa organizada em quatro atividades:

- 1) A discursão interdisciplinar;
- 2) Problematização pautada na história da matemática;
- 3) A exploração do problema no software GeoGebra;
- 4) O trabalho de campo – execução.

No entanto, iremos nos deter ao que tange ao uso do *software*. As atividades iniciaram-se na apresentação de uma problematização de cunho histórico, no qual foi apresentado para os estudantes o método que os babilônicos utilizavam para obter o cálculo de área de quadriláteros.

O *software* GeoGebra foi utilizado para que os alunos conseguissem investigar o método babilônico, analisando sua viabilidade e sua validade. Para tal, foi construída uma infinidade de quadriláteros, tendo como suporte a caracterização dinâmica do *software*, na qual os alunos puderam realizar simulações e desenvolver o espírito investigativo.

Durante a realização das atividades, os estudantes conseguiram identificar aspectos intrigantes. Um dos grupos chegou à conclusão de que o método de cálculo de área utilizado pelos babilônios não seria adequado ao considerarmos as diversas formas que os quadriláteros podem apresentar. Em meio às diversas observações feitas, um dos grupos destacou que "o processo se torna mais eficiente quando lidamos com quadriláteros que se assemelham a um quadrado".

A etapa subsequente da abordagem educativa consistiu em uma atividade prática, realizada ao ar livre, onde os alunos tiveram a oportunidade de efetuar medições próprias e calcular suas respectivas áreas. Para isso, foi concebida, de maneira colaborativa com os alunos, uma representação fictícia de um terreno nas dependências do campus. Os alunos empreenderam cálculos de áreas para os diferentes quadriláteros de duas maneiras distintas: uma pela abordagem que eles próprios propuseram, e outra seguindo a orientação do professor pesquisador.

De acordo com as constatações de Jesus e Pereira (2020), a sequência didática atingiu exitosamente o seu propósito de se afastar do enfoque meramente pragmático no ensino da geometria. Além disso, vale ressaltar um aspecto relevante: a integração entre a História da Matemática e a abordagem problematizadora, aliada ao emprego do software GeoGebra. Essa combinação permitiu a realização de simulações e conduziu a investigação a um processo orientado pela busca de comprovação e validação dos métodos historicamente utilizados para calcular a área de quadriláteros.

• Revista do Instituto GeoGebra

Santos et al. (2020), autores da pesquisa [8], apresentam, em sua obra, o software GeoGebra, que foi desenvolvido para o ensino e aprendizagem em diferentes níveis de ensino. Traz como proposta um exemplo de como o *software* pode ser utilizado em sala de aula. Os autores delimitaram o tema Congruência de triângulos, de modo específico o caso Lado, Lado, Lado (LLL). Os autores desenvolvem na interface do *software* o passo-a-passo de como pode ser construído e entendido pelos alunos.

Santos et al (2020) finalizam enfatizando que o uso do *software* para o desenvolvimento da proposta, desenvolve a autonomia do aluno, uma vez que ele pode construir e solucionar problemas na interface. Ao passo que vão construindo, conseguem assimilar de modo mais eficiente, fazendo com que de fato o aluno entenda, e não apenas transcreva de forma passiva.

Portella e Leivas (2020), autores da pesquisa de número [10], em seu trabalho apresentam uma sequência de atividades, e objetivam analisar, diante delas, como o uso do *software* GeoGebra pode contribuir na inserção de conhecimentos de geometria hiperbólica. Trata-se de um estudo de caso, com interesse próprio na inserção da geometria hiperbólica no ensino fundamental, atrelado ao uso de tecnologias.

Em um primeiro momento, foi proposta uma sequência de atividades. O foco envolvia a percepção visual relacionada ao Disco de Poincaré, ou seja, um dos modelos de geometria hiperbólica. A partir da exploração do Disco de Poincaré, os alunos começam a perceber uma nova visão do conceito de reta em um ambiente dinâmico e, assim, descobrem as semelhanças e as diferenças entre geometria euclidiana e a hiperbólica.

Diante da aplicação de cada atividade, os autores Portella e Leivas (2020) e pesquisadores desse estudo de caso trazem seu posicionamento em relação ao uso do *software* e enfatizam que o uso do GeoGebra, por se diferenciar da resolução tradicional de problemas, possibilita ao aluno compreender o desenvolvimento da atividade, uma vez que eles terão o protocolo do objeto construído e, além dessa vantagem, é possível desfazer e refazer as resoluções dos problemas, possibilitando as alunos buscarem os erros e também compreenderem as etapas. Em relação ao estudo da geometria hiperbólica, percebeu-se que os estudantes foram capazes de coordenar informações e articular diferentes objetos

Os autores da pesquisa [11], Cavalcante et al. (2020), visam apresentar uma proposta didática com diferentes formas de construir as cônicas com o auxílio do GeoGebra, utilizando assim, as circunferências, retas, semirreta, seguimento de reta e ponto, de modo que através das demonstrações seja possível inserir o aluno no método investigativo da matemática, incentivando, assim, o desenvolvimento da sua curiosidade e possibilitando melhor visão geométrica e raciocínio lógico dedutivo. Para atingir tal objetivo, os autores demonstram seis diferentes maneiras de construir as cônicas, sendo duas para cada uma delas. Utilizam-se de algoritmos que podem ser abordados em sala ou no laboratório de informática, de modo que a proposta ocorra de acordo com a realidade da escola.

Desse modo, os autores Cavalcante et al. (2020) apresentam uma proposta de ensino que utiliza o GeoGebra para trabalhar as cônicas. Eles não só fazem as demonstrações, como também propõem uma sequência que pode ser utilizada em sala. Tal proposta se concebe inicialmente em fazer a apresentação da interface do software GeoGebra, na sequência, a definição formal de cônicas, as construções das cônicas no software e as construções e demonstrações já apresentadas por eles no artigo. E por fim, propõem a resolução de questões sobre as cônicas.

6. Discussões dos Resultados

A análise dos estudos revela que muitos alunos enfrentam dificuldades em compreender problemas matemáticos devido à falta de habilidades de visualização e percepção de representações geométricas. Esse cenário fortalece a relevância do GeoGebra como um recurso manipulável capaz de superar tais obstáculos.

A partir das conclusões dessas pesquisas, elaborou-se uma nuvem de palavras (Figura 1), construída com base nas palavras-chave utilizadas nos trabalhos encontrados, com o intuito de destacar as temáticas abordadas nos estudos que empregaram o software GeoGebra como recurso educacional. Na nuvem de palavras, ganham destaque os termos que apontam para áreas de investigação específicas, como "Software Educacional", "GeoGebra", "Tecnologias Digitais" e "Pensamento Geométrico". Essa representação visual permite ressaltar de forma concisa e coerente as principais áreas de interesse e foco dos estudos analisados, realçando como o GeoGebra tem sido explorado como uma ferramenta valiosa para melhorar a compreensão da geometria e superar desafios de aprendizagem na Educação Básica. Vide Figura 1.



Figura 1. Nuvem de palavras-chave dos trabalhos selecionados para revisão, construído no wordArt

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Percebe-se na nuvem (Figura 1) que temos diversas temáticas de investigação e de aplicação de diferentes metodologias para com o uso do GeoGebra. Também se nota a diversidade de pesquisas desenvolvidas em várias fases de ensino, abarcando um vasto campo de pesquisa e de aplicação por toda Educação Básica.

Em relação aos contributos da visualização e percepção proporcionados pelo *software*, nota-se que algumas das propostas focaram nesse aspecto. Sobre isso, Scalabrin e Mussato (2020) enfatizam que ao manusear um objeto construído no GeoGebra 3D, as representações das possibilidades deste objeto dentro do ambiente do *software* proporcionam significado e movimento às imagens mentais que são criadas pelos alunos.

Ainda em complementaridade, Silva e Abar (2016) enfatizam que o uso do GeoGebra como recurso para a construção de atividades, possibilita a modernização do saber escolar, uma vez que ele disponibiliza recursos visuais e manipuláveis que tornam mais compreensível o entendimento do aluno, facilitando conseqüentemente o ensino e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Após analisar os trabalhos, torna-se aparente que algumas das propostas enfocaram a resolução de problemas, visando desenvolver habilidades específicas, muitas das quais estão alinhadas com as diretrizes estipuladas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Conforme afirmado por Brasil (2018), tais propostas pressupõem que os estudantes explorem outras situações-problema envolvendo os conceitos abordados, estimulando a reflexão e o questionamento sobre possíveis alterações ou adições nos dados ou condições apresentadas.

As considerações presentes em todas as pesquisas revelam de maneira unânime as vantagens proporcionadas à aprendizagem quando se adota uma abordagem que integra o uso do software GeoGebra. Isso se alinha às recomendações da BNCC, que encoraja a utilização de mídias como estratégia no ensino da geometria, seja por meio de softwares ou aplicativos dinâmicos, a fim de enriquecer e de consolidar os conceitos geométricos (Brasil, 2018).

A convergência entre os resultados das pesquisas, as considerações dos autores e as diretrizes da BNCC fortalece a percepção de que a abordagem do GeoGebra como ferramenta educacional é eficaz para promover a compreensão da geometria, aprimorar habilidades dos alunos e favorecer o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

7. Considerações Finais

Na presente pesquisa, foram minuciosamente analisados 11 artigos que abordam o uso do software GeoGebra para o aprimoramento do ensino de geometria no contexto educacional. Para realizar essa investigação, adotamos uma metodologia de Revisão Sistemática de Literatura, examinando estudos realizados no Brasil nos últimos 5 anos e publicados em 4 periódicos distintos.

Através desta revisão sistemática, torna-se evidente que as pesquisas selecionadas englobam propostas que abrangem a geometria plana, a geometria espacial e até mesmo a geometria hiperbólica. Estas pesquisas contemplam uma ampla gama de temáticas, incluindo congruência de triângulos, isometrias, cônicas, semelhança de triângulos, cálculo de áreas de quadriláteros, exploração de dobraduras virtuais, construção de sólidos geométricos e até mesmo uma abordagem de visualização espacial envolvendo rotação.

Emerge claramente da análise que o emprego do GeoGebra como recurso no âmbito da prática docente tem desempenhado um papel significativo na promoção do ensino da geometria. A abordagem adotada, ou seja, a transposição didática do conteúdo por meio dessa ferramenta oferece uma abordagem didática valiosa que

contribui substancialmente para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem da geometria. Além disso, essa abordagem inovadora supera as limitações dos métodos tradicionais, permitindo aos estudantes uma compreensão mais abrangente e dinâmica dos conceitos geométricos.

Ao percorrer as seções anteriores deste trabalho, torna-se claro que os autores examinados compartilham percepções que corroboram os benefícios oferecidos pelo software GeoGebra. Essas considerações ratificam a sua capacidade de servir como um excelente auxílio para a prática docente e de desempenhar o papel de facilitador na transposição didática do conhecimento matemático, com ênfase particular na Geometria.

Por fim, as análises realizadas nas pesquisas revisadas sugerem que as investigações conduzidas têm potencial para enriquecer a prática pedagógica e para inspirar a criação de novas abordagens didáticas que façam uso do GeoGebra. O software dinâmico de geometria se revela como uma ferramenta poderosa que, ao ser aplicada de maneira estratégica, pode trazer inovação e eficácia ao ensino da matemática, especialmente no contexto da geometria.

8. Referências

- Abar, C. A. A. P. (2020a). *A Transposição Didática na criação de estratégias para a utilização do GeoGebra*. Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, 9 (1), 59-75. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p59-75>
- Abar, C. A. A. P. (2020b). *Teorias das Transposição Didática e Informática na criação de estratégias para a prática do professor com a utilização de tecnologias digitais*. Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática, 5(1), 29-45. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.34179/revisem.v5i1.11893>
- Alves, F. R. V. (2019). *Visualizing the Olympic Didactical Situation. (ODS): Teaching Mathematics with support of GeoGebra software*. Acta Didactica Naposcencia, v. 12(2), 97-116.
- Alves, F.R.V., Borges, N. H. (2012). *Engenharia Didática para a exploração didática da tecnologia no ensino no caso da regra de L'Hôpital*. Educação Matemática Pesquisa, 14(2), 337 - 367.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Brasil. (2018). *Ministério da Educação*. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. MEC.
- Cabral, C. A. F., Almeida, T. C. S. de (2020). *Semelhança de triângulos e GeoGebra: uma alternativa de ensino por meio de representações dinâmicas*. REVISEM, (1), 358-375.
- Camilo, A.M.S., Alves, F.R.V., & Fontenele, F.C.F. (2020). *A Engenharia Didática articulada à Teoria das Situações Didáticas para o ensino da Geometria Espacial*. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 16(59), 64- 82.
- Cavalcante, J. F. A., Melo, V. F. de., & Santos, V. de O. (2020). *Lugar geométrico de curvas: construções e demonstrações das cônicas usando o GeoGebra*. Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, 9(2), 120-135. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i2p120-135>
- Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Paris: Ed. La pensée Sauvage.

- Clarke, M. (2001). *Cochrane Reviewers' Handbook* 4.1. In: Clarke, M. Oxman, A.D. (Eds). Review Manager (RevMan) [Computer program]. Version 4.1. Oxford, England: The Cochrane Collaboration
- Dickel, T. M., Notare, M. R. (2018). *Isometrias e GeoGebra: o papel do arrastar na construção de conceitos*. Revista RENOTE, 16(1), 1-10. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.86016>
- Gravina, M. A. (2001). *Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo*. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - UFRGS, Porto Alegre.
- Kalinke, M. A.; Motta, M.S. (2019). *À guisa de apresentações, definições e contextualizações*. In: Kaline, M. A.; Motta, M. S. (Orgs). *Objetos de Aprendizagem: pesquisas e possibilidades na educação matemática*. Campo Grande: Life Editora, 7-21.
- Lévy, P. (1993). *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34.
- Lorenzato, S.A. (1995). *Por que não ensinar Geometria?* In: *A Educação Matemática em Revista*. Blumenau: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 4(3), 3-13.
- Jesuz, D. A. F. de., Pereira, A.L. (2020). *Cálculo de áreas de quadriláteros irregulares: análise das contribuições de uma sequência didática*. REVISEM, (2), 244-265. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.34179/revistem.v5i2.13035>
- Oliveira, D. V., Stormowski, V. (2021). *Visualização Espacial no Ensino Fundamental: Rotação no GeoGebra*. Revista RENOTE, 19(1), 1-10. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.118549>
- Pais, L. C. (1996). *Intuição, experiência e teoria geométrica*. Revista Zetetiké. Ano 6. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.20396/zet.v4i6.8646739>.
- Pavanello, R. M. (1989). *O abandono do ensino da Geometria: uma visão histórica*. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. Campinas. Dissertação de Mestrado.
- Perissé, A.R.S., Gomes, M. da M., Nogueira, S.A. (2001). *Revisões sistemáticas (inclusive metanálises) e diretrizes clínicas*. In: Gomes M da M, organizador. *Medicina baseada em evidências: princípios e práticas*. Rio de Janeiro (RJ): Reichmann & Affonso; 131-48.
- Portella, H. P. de., Leivas, j. C. P. (2021). *GeoGebra para introduzir geometria hiperbólica no ensino fundamental*. Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, 10(1), 65-91. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2021.v10i1p065-091>
- Santos, A. V. dos., Trindade, A. K. B. da., & Junior, F. de P. S. de A. (2020). *Uma proposta de ensino de geometria plana com GeoGebra*. Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, 9(3), 03-14. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.23925/2020.v9i3p003-014>
- Silva, C.R. (2015). *Articulação das representações cartesianas, paramétrica e polar de retas e circunferências, na transição do ensino médio, e do ensino superior*. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo. São Paulo.
- Silva, H. N., Abar, C. A. A. P. (2016). *A utilização do GeoGebra na reconstrução de atividades do imagiciel*. In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, 2016. Anais... São Paulo.

- Silveira, P. F., Notare, M. R. (2020). *Dobraduras Dinâmicas e a Argumentação em GeoGebra*. Revista RENOTE, 18 (1), 1-10. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.106010>
- Scalabrin, A. M. M. O., Mussato, S. *Uso del software GeoGebra: Análisis del proceso de aprendizaje de los conceptos de poliedro*. Revista Paradigma, vol. XLI (Extra2), p. 427-447, 2020. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p427-447.id922>
- Trainotti, A., Silva, R. S. da. (2018). *Poly e GeoGebra 3D: Um experimento de ensino na Educação Básica*. Revista RENOTE, 16 (1), 1-10. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.85879>
- Viana, O. A., Silva, L. R. P. (2020). *Raciocínio geométrico e aprendizagem, de congruência de triângulos*. REVEMAT, 15(1), 01-22. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e67627>
- Volpatto, A. T., Fortes, P. R., & Silveira, S. R. (2020). *Um estudo de caso envolvendo a aplicação de um software educacional de geometria espacial*. REVEMAT, 13(1), 76-90. Recuperado em 17 de junho de 2022, de: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2018v13n1p76>.

Maria Graciene Moreira Dos Santos: ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1982-8783>

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Especialista em Ensino de Matemática com ênfase na Educação Básica (IFCE). E-mail: Gracienemoreira546@gmail.com

Francisco Régis Vieira Alves: ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3710-1561>

Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará, Bolsista de produtividade do CNPQ – PQ2. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE, Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação profissional tecnológica. Professor titular do IFCE – departamento de Matemática e Física. Coordenador acadêmico do Doutorado em rede RENOEN, polo IFCE. Líder do Grupo de Pesquisa CNPQ Ensino de Ciências e Matemática. Página pessoal: <https://ifce.academia.edu/RegisFrancisco/Journal-Articles>. Endereço para correspondência: Avenida Treze de Maio, 2081, 60040-215, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: fregis@ifce.edu.br