

DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.69906>

GeoGebra como ferramenta de apoio ao ensino de Matemática: uma revisão bibliométrica

GeoGebra as a support tool in Mathematics teaching: a bibliometric review

Joanderson de Almeida Reis Ferreira¹

Francisca Helena de Oliveira Holanda²

Maria Cleide da Silva Barroso³

Lucelindo Dias Ferreira Junior Reis⁴

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma Revisão Bibliométrica, sobre as aplicações do software GeoGebra, identificadas na base de dados Scopus. A busca foi conduzida utilizando os descritores “teaching”, “mathematics”, “geogebra” e “software”, nos títulos, resumos e palavras-chave, limitando-se a artigos completos e publicados em língua inglesa e portuguesa. O resultado da busca foi compilado e tratado usando o biblioshiny, sendo identificados 126 artigos sobre o tema, distribuídos em diversas áreas, especialmente em Ciências Sociais, Matemática e Ciência da Computação, com uma taxa de crescimento anual de 12,58%, considerando o horizonte de 2007 a 2024. Os países com maior índice de publicação foram Turquia, Brasil, Espanha e Malásia. Também foram identificados os autores mais citados e redes de coocorrência de palavras-chave. Os temas motores/principais abordados nos trabalhos foram “geometria”, “software de código aberto” e “álgebra”.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; GeoGebra; Revisão Bibliométrica.

ABSTRACT

This article presents the results of a Bibliometric Review on GeoGebra software applications identified in the Scopus database. The search was conducted using the descriptors “teaching”, “mathematics”, “geogebra” and “software” in the titles, abstracts and keywords, limited to full articles published in English and Portuguese. The search results were compiled and processed using Biblioshiny, identifying 126 articles on the subject, distributed in several areas, especially in Social

¹. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará; Professor da Escola Sesi Senai de Referência Beto Stuart; almeida.joanderson03@gmail.com.

². Doutora em Educação – Universidade Federal do Ceará; Docente de cursos de graduação, mestrado e doutorado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará; franciscachelena7788@gmail.com.

³. Doutora em Educação Brasileira – Universidade Federal do Ceará; Docente de cursos de graduação, mestrado e doutorado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará; cicleide@ifce.edu.br.

⁴. Doutor em Engenharia de Produção – Universidade de São Paulo; Docente de cursos de graduação, mestrado e doutorado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/Universidade Federal do Ceará; lucelindo.ferreira@ufc.br.

Sciences, Mathematics and Computer Science, with an annual growth rate of 12.58%, considering the horizon from 2007 to 2024. The countries with the highest publication rate were Turkey, Brazil, Spain and Malaysia. The most cited authors and keyword cooccurrence networks were also identified. The main themes addressed in the works were “geometry”, “open source software” and “algebra”.

Keywords: *Mathematics Teaching; GeoGebra; Bibliometric Review.*

Introdução

Com a advento das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), diversos tipos de processos têm migrado para os meios virtuais, com a operacionalização de ferramentas e objetos numa base simulada, propiciando a realização de tarefas e modificação do ambiente de modo mais prático, rápido, compartilhável e acessível. No contexto educacional as ferramentas podem ser denominadas como Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVA), mecanismos tecnológicos (Beck, 2001) de caráter instrucional (Muzio, 2002) que devem apoiar o processo de ensino, de forma interativa e reutilizável (Spinelli, 2007).

No panorama do Ensino de Matemática, conforme a Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2018), Objetos de Aprendizagem, virtuais ou não, como “malhas quadriculadas, ábacos, jogos, livros, vídeos, calculadoras, planilhas eletrônicas e softwares de geometria dinâmica” (Brasil, 2018, p. 276), procedimentos e ferramentas matemáticas, auxiliam na definição de estratégias, modelagem e resolução de desafios/problemas matemáticos, e validação de resultados. Uma dessas ferramentas empregadas é o GeoGebra, um software livre de matemática dinâmica, desenvolvido como resultado da dissertação de mestrado de Markus Hohenwarter, no ano de 2001. É constituído por recursos para apoiar o ensino e aprendizagem de Matemática, em diversos níveis de ensino, funcionando como uma plataforma que permite a conexão entre docentes e discentes em tempo real (Hohenwarter; Fuchs, 2005).

O GeoGebra oferta recursos para trabalhar em diversas áreas da Matemática, como Estatística, Aritmética, Trigonometria, Geometria, Probabilidade, Cálculo e Funções, com uma interface multilíngue. De acordo com Hohenwarter e Fuchs (2005), esse software pode ser utilizado, por exemplo, em demonstração e visualização, para a construção geométrica por meio de pontos, vetores, segmentos, polígonos, e preparação de materiais didáticos. Seu desenvolvimento tem sido crescente, com a ampliação do número de usuários, o que pode ser observado pelos Encontros Internacionais do

GeoGebra em Língua Portuguesa e Congresso Internacional de GeoGebra, com regular periodicidade, e pelas premiações internacionais recebidas (GeoGebra, 2025).

No Brasil, diversas revisões têm sido empreendidas para averiguar as implementações do *software* GeoGebra no ensino de Matemática. Por exemplo, Rodrigues, Lourenço e Nascimento (2021) realizam uma Revisão Bibliográfica Exploratória para a identificação de aplicações do *software* GeoGebra na Educação Básica, durante o período de ensino remoto emergencial, no período da pandemia do Covid-19; Oliveira Maia e Vasconcelos (2022) e Oliveira Maia, Sousa Gondim e Vasconcelos (2023) realizam uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), com o propósito de obter um panorama das aplicações do *software* GeoGebra no ensino de Geometria; enquanto no trabalho de Sousa *et al.* (2022), os autores realizam um recorte menor e mapeiam os trabalhos que aplicam no ensino de Geometria Plana; Soares, Santana e Vasconcelos (2023), também realizam uma RSL que identifica os trabalhos que implementam Realidade Aumentada (RA) para o ensino de Geometria Espacial, usando o GeoGebra; e, Rocha e Silva (2021), analisam os trabalhos que empregam o GeoGebra para aplicações do Tangram e opções de isometria do plano.

Esses trabalhos empreendem revisões de cunho qualitativo, com o propósito de compreender as aplicações do GeoGebra em determinados recortes. Indicam que pesquisadores tratam de implementar esse OVA, sobretudo, em casos de ensino de Geometria, contudo não permitem trazer uma visão geral das implementações e potencialidades do fazer matemática usando o GeoGebra, i.e., englobando todas as áreas abrangidas pelos seus recursos. Uma estratégia que pode amparar na obtenção desse propósito é a análise bibliométrica, ou bibliometria. Uma bibliometria pode ser definida como uma estratégia para a análise das publicações científicas sobre uma determinada área da Ciência (Rey-Martí; Ribeiro-Soriano; Palacios-Márques, 2016), trazendo ao investigador informações para o mapeamento dos principais autores, indicando suas afiliações e países, índices de citação, da composição das redes de coautoria e temas de pesquisa, ao longo de um horizonte definido.

Apesar de trazer informações significativas a pesquisadores sobre um dado tema, acredita-se que uma análise bibliométrica poderia apoiar na compreensão das principais aplicações e potencialidades (partindo dessas experiências) quanto ao uso da ferramenta GeoGebra. Os trabalhos que se destacam são os de Cruz, Filho e Silva (2022), publicado na Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo, e Sánchez, Castillo e Lopes (2023), na Revista Amazônica de Ensino de Ciências - Areté. Cruz, Filho e Silva (2022)

realizaram estudo bibliométrico sobre GeoGebra na plataforma *Web Of Science (WoS)*, considerando um recorte temporal de 2016 a 2020, enquanto Sánchez, Castillo e Lopes (2023), nas plataformas WoS e Scopus, para um horizonte de 2002 a 2023. Esses trabalhos concentraram as análises em parâmetros mais gerais/abrangentes das bases de dados, tais como produção científica anual, principais autores, instituições com maior produção, utilizando como descritor a palavra-chave “GeoGebra”, não observando as aplicações (efetivamente) no ensino de Matemática.

Assim, essa investigação teve por propósito realizar uma Revisão Bibliométrica (bibliometria) sobre aplicações da ferramenta GeoGebra no ensino de Matemática, com a finalidade de compreender a produção científica sobre o tema, eixos temáticos de pesquisa (i.e., temas emergentes e em declínio, motores), principais autores e periódicos, taxa de crescimento anual de publicações, rede de coocorrência de palavras-chave (indicativas de temas e aplicações). Utilizou-se os indicadores quantitativos obtidos na base de dados *Scopus*, sem recorte temporal.

A metodologia para a revisão está estruturada e descrita na seção subsequente.

Metodologia

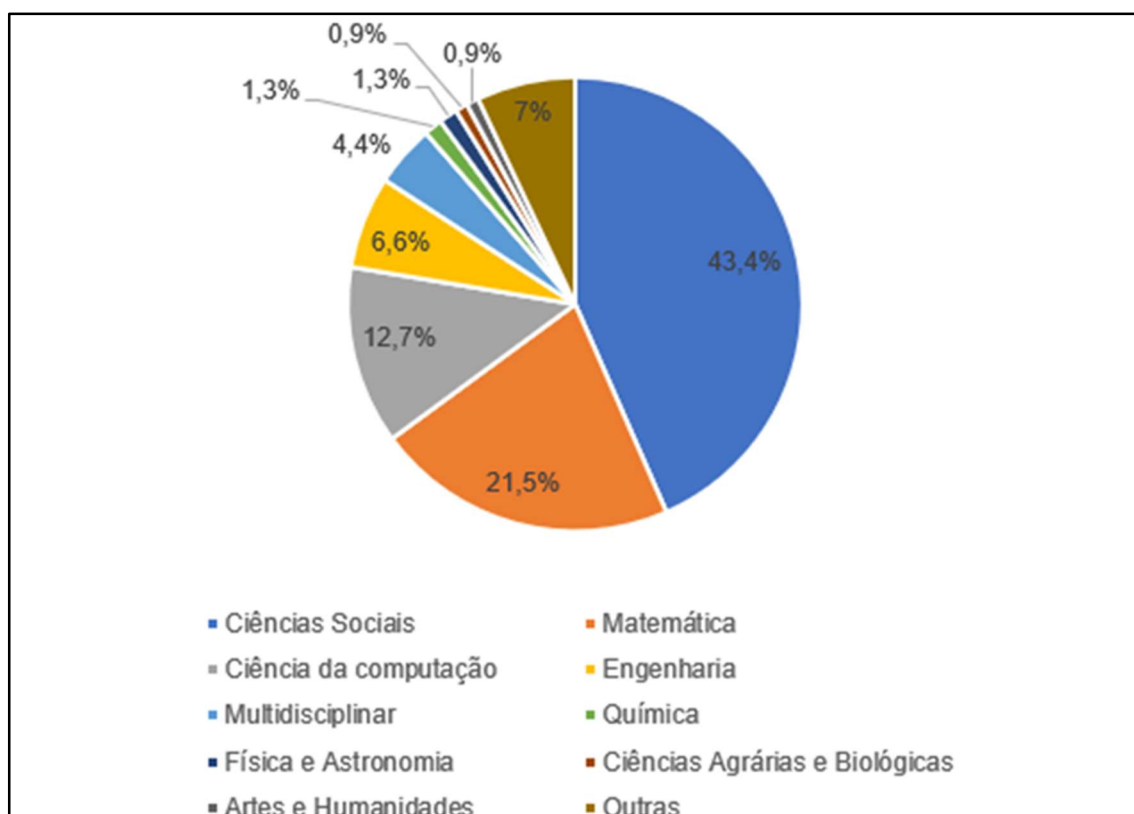
Buscando-se compreender a evolução da aplicação do GeoGebra no ensino de Matemática, foi adotada uma abordagem metodológica de Revisão Bibliométrica, na base de dados *Scopus*, utilizando a *string* (TITLE-ABS-KEY (teaching) AND TITLE-ABS-KEY (mathematics) AND TITLE-ABS-KEY (geogebra AND software)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Portuguese”)), no dia 10/12/2024. Foram aplicados critérios de seleção específicos na análise da *string*, que incluíram (a) artigos “*full text*”, (b) artigos em língua inglesa e portuguesa, e (c) sem utilização de corte temporal, resultando em um total de 126 trabalhos selecionados. Os dados foram compilados no *Biblioshiny*, que é uma ferramenta interativa de análise bibliométrica que, integrada ao *software* R e à biblioteca Bibliometrix, oferece uma visualização intuitiva e gráfica de dados bibliográficos, gerando mapas de coocorrências de palavras-chave, redes de citação e gráficos de produção científica, por exemplo. Essa funcionalidade facilita a identificação de tendências, áreas de colaboração e evolução temática, auxiliando na compreensão da estrutura e impacto das publicações acadêmicas e na formulação de novas hipóteses de pesquisa. Na próxima seção, são apresentados os resultados da

Revisão Bibliométrica realizada com base na *string* definida e os critérios de seleção aplicados.

Resultados e Discussões

Conforme o Gráfico 1 é observável as possibilidades de implementação do GeoGebra em diversas áreas, como plataforma de apoio ao ensino de conteúdos que envolvam Geometria, Trigonometria, Funções, Álgebra e Cálculo, por exemplo. Os 126 artigos foram encontrados distribuídos nas seguintes áreas: Ciências Sociais (99), Matemática (49), Ciência da Computação (29), Engenharia (15), Multidisciplinar (10), Química (3), Física e Astronomia (3), Ciências Agrárias e Biológicas (2), Artes e Humanidades (2) e outras áreas (16). É importante ressaltar que o número de artigos apontados neste estudo apresenta redundância, já que um mesmo artigo, em algumas oportunidades, está classificado em mais de uma área de pesquisa, devido ao enfoque do periódico.

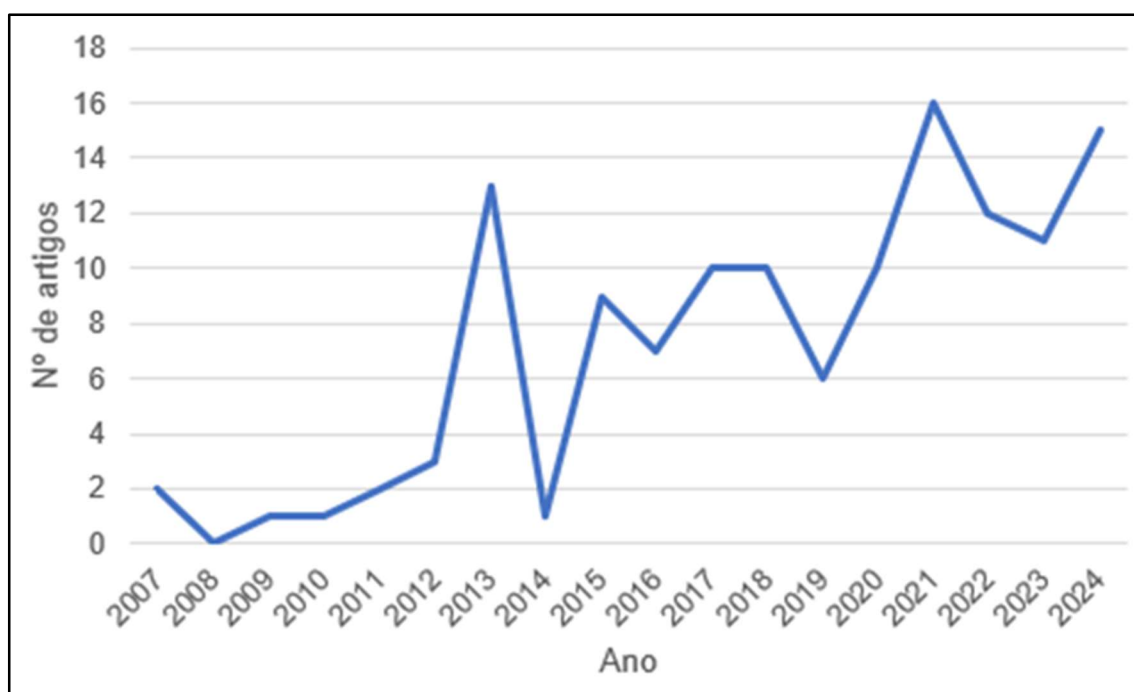
Gráfico 1 – Artigos por área temática



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

No Gráfico 2 é apresentada a produção anual de artigos. Como indicado, a primeira publicação relatada na base de dados *Scopus* é de 2007 (o projeto GeoGebra iniciou em 2001), com uma taxa de crescimento anual de 12,58%. É observado um crescimento acentuado em 2012 e 2013, com a formação de um pico, seguido por uma queda em 2014 e um novo crescimento, apresentando o ano de 2021 a maior quantidade de publicações (16). Conforme demonstra a taxa de crescimento anual, as investigações usando a plataforma GeoGebra têm sido positivas, considerando o horizonte de tempo do início das publicações à data dessa análise bibliométrica.

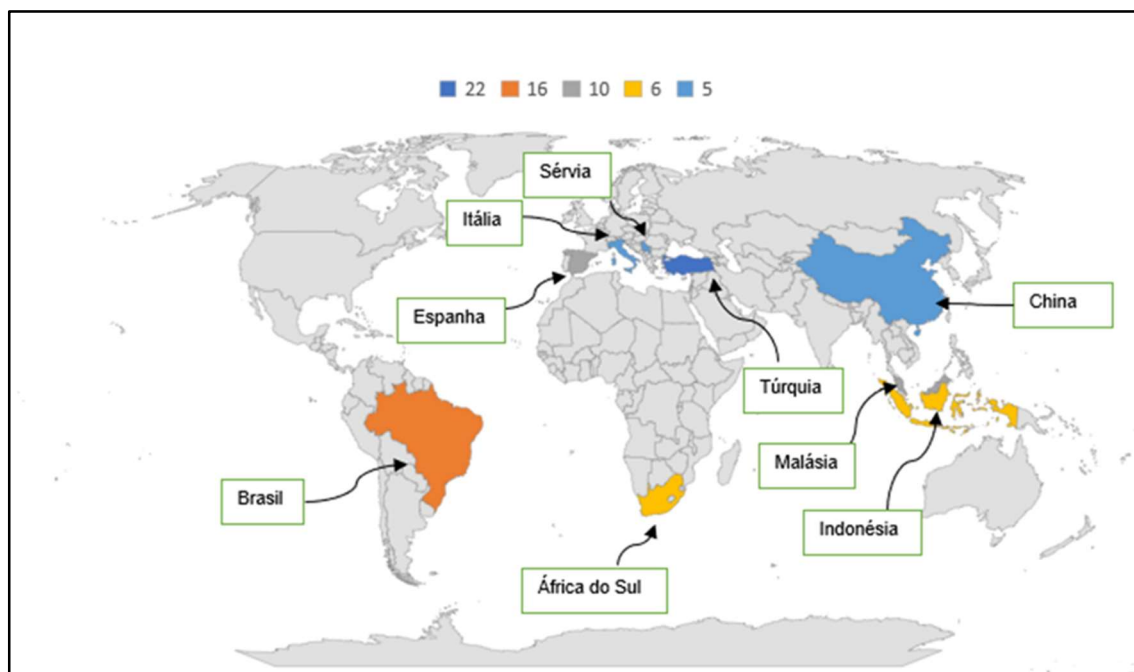
Gráfico 2 – Produção científica anual



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

A produção de trabalhos científicos resultou de investigações de pesquisadores vinculados, principalmente, a instituições em países como a Turquia (22), Brasil (16), Espanha (10), Malásia (10), Indonésia (6), África do Sul (6), Itália (5), Sérvia (5), China (5). O panorama dado pela Figura 1, mostra os países com, no mínimo, cinco publicações, totalizando 85 publicações.

Figura 1 – Artigos por país ou território



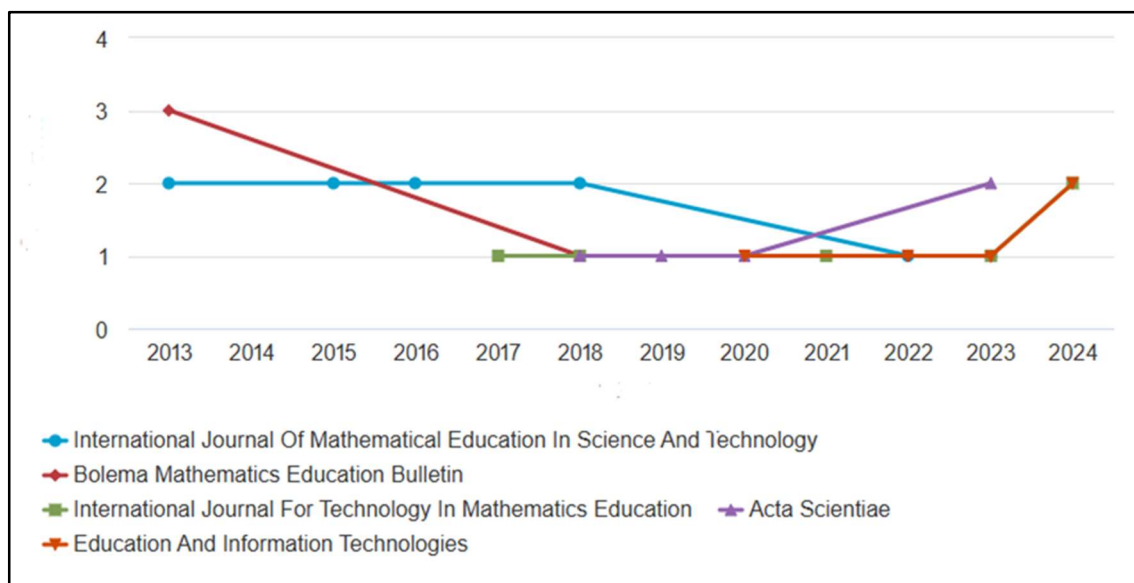
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

No Brasil, conforme indicado, há um percentual elevado de publicações relacionadas ao uso do GeoGebra (12,7%). Essas publicações estão distribuídas nas seguintes instituições: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2); Secretaria da Educação do Estado da Bahia (1); Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras (Paraná) (1); Universidade Federal do Rio Grande (1); Universidade Federal Fluminense (1); Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1); Universidade de São Paulo (1); Universidade Federal de Pelotas (1); Universidade Federal do Paraná (1); Universidade Regional de Blumenau (1); Universidade Federal de Santa Catarina (1); Universidade Federal de Ouro Preto (1); Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (1); e, Universidade Federal da Fronteira do Sul (1).

No Gráfico 3, são apresentados os periódicos com maior número de publicações dos artigos analisados. Salienta-se que os periódicos *Bolema: Mathematics Education Bulletin* e *Acta Scientiae* são brasileiros, com 6 e 5 artigos, respectivamente, publicados sobre o tema, o que explica, em parte, a elevada quantidade de trabalhos de autoria de pesquisadores afiliados a instituições brasileiras. O *Bolema: Mathematics Education Bulletin* está classificado nas áreas Matemática (Miscelânea) e Ciências Sociais (Educação). É uma das revistas mais relevantes e antigas no Brasil, tendo o objetivo de divulgar a produção científica em Educação Matemática. O *Acta Scientiae* está

classificado nas áreas Multidisciplinar e Ciências Sociais (Educação). O periódico visa a publicar artigos de pesquisa científica que tratam de questões centrais no Ensino de Ciências e Matemática.

Gráfico 3 – Periódicos com crescente publicação



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

O periódico *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* está classificado, conforme *Scopus*, nas áreas Matemática (Miscelânea), Matemática (Matemática Aplicada) e Ciências Sociais (Educação). A revista oferece um espaço para apresentar e discutir pesquisas em Educação Matemática, com foco na adaptação dessas informações para o ambiente escolar, universitário e profissional. O objetivo é promover o diálogo entre pesquisadores e profissionais, recebendo contribuições de estudiosos, docentes e usuários da Matemática em diferentes níveis. O periódico prioriza a troca de conhecimentos em conteúdos curriculares e práticas pedagógicas nas áreas de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

O *International Journal for Technology in Mathematics Education* está classificado nas áreas Ciências Sociais (Educação), Ciência da Computação (Teoria Computacional e Matemática) e Ciência da Computação (Aplicações em Ciência da Computação). O objetivo do periódico é proporcionar um espaço para a apresentação, discussão e análise crítica de diversas experiências no uso de novas tecnologias no ensino de Matemática, visando à incorporação das melhores práticas nos currículos de escolas,

faculdades e universidades, por meio de contribuições de artigos de pesquisa, questões pedagógicas, aplicações para resolução de problemas, atividades para o ambiente escolar e opiniões.

Por fim, o *Education and Information Technologies* está classificado nas áreas Ciências Sociais (Educação) e Ciências Sociais (Ciências da Informação e Biblioteconomia). Trata-se de um periódico dedicado ao debate e à análise das questões que surgem na interseção entre Tecnologia da Informação e Educação. O foco está em explorar como a computação pode ser utilizada para aprimorar o ensino e a aprendizagem em diferentes contextos, plataformas e ambientes.

Pode-se observar, também, os dez artigos que compreendem o maior número de citações sobre o tema, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos mais citados globalmente

Artigo	Autor(es)	Ano	Periódico	Nº de citações
<i>Dynamic mathematics with GeoGebra</i>	Hohenwarter; Preiner	2007	<i>Journal of Online Mathematics and its Applications</i>	81
<i>Automated Theorem Proving in GeoGebra: Current Achievements</i>	Botana et al.	2015	<i>Journal of Automated Reasoning</i>	78
<i>Incorporating GeoGebra into geometry learning-A lesson from India</i>	Bhagat; Chang	2015	<i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>	61
<i>Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching</i>	Zengin	2017	<i>Educational Technology and Society</i>	51
<i>Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students</i>	Zulnaidi; Oktavika; Hidayat	2020	<i>Education and Information Technologies</i>	50
<i>ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: the case of GeoGebra</i>	Dockendorff; Solar	2018	<i>International Journal of Mathematical Education in Science and Technology</i>	41
<i>Discovering and addressing errors during mathematics problem-solving-A productive struggle?</i>	Granberg	2016	<i>Journal of Mathematical Behavior</i>	36
<i>Classroom-based professional expertise: a mathematics teacher's practice with technology</i>	Bozkurt; Ruthven	2017	<i>Educational Studies in Mathematics</i>	33

<i>Implementing dynamic mathematics resources with geogebra at the college level</i>	Dikovic	2009	<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	31
<i>Interactive maths with GeoGebra</i>	Velichová	2011	<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	27

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Esses trabalhos, Quadro 1, apresentam aplicações e discussões importantes sobre a utilização do GeoGebra no processo de ensino-aprendizagem de Matemática.

Hohenwarter e Preiner (2007) apresentam o GeoGebra, um *software* educacional gratuito voltado para o ensino de Matemática, de código aberto, que expande os conceitos de Geometria dinâmica abrangendo campos como Álgebra e Cálculo. Os autores salientam que o GeoGebra pode ser empregado tanto como recurso pedagógico em sala de aula quanto na criação de páginas interativas na *web*, atendendo desde alunos do ensino fundamental até os do nível universitário. Com um foco específico na educação, o *software* facilita abordagens de aprendizagem experimental, baseada em problemas e na exploração matemática.

Botana *et al.* (2015) discorrem que ferramentas de dedução automatizadas no GeoGebra poderiam trazer uma gama totalmente nova de cenários de ensino e aprendizagem. Eles embarcaram em um projeto de incorporar e testar uma série de diferentes provadores automatizados para Geometria no GeoGebra. Descreveram, primeiro, as mudanças recentes e futuras exigidas no projeto, em relação à implementação e à interface do usuário do GeoGebra, apresentando uma visão dos cenários educacionais que poderiam ser suportados por recursos de raciocínio automatizado, e como professores e alunos poderiam se beneficiar. Isto é, muitos teoremas complexos podem ser provados em menos de 1 segundo. Assim, os autores acreditam que muitas maneiras novas e empolgantes de usar o GeoGebra na sala de aula estão a caminho.

Bhagat e Chang (2015) dissertam sobre como os alunos frequentemente acham os conceitos geométricos abstratos e difíceis de entender. O que resulta, muitas vezes, em baixo desempenho acadêmico, e contribui para o desinteresse pela Geometria. Nesse sentido, objetivaram examinar o impacto do uso do programa de *software* educacional gratuito, GeoGebra, no desempenho em Matemática de 50 alunos do 9º ano no aprendizado de Geometria. Os resultados indicaram que o GeoGebra é uma ferramenta eficaz para o ensino e aprendizagem de Geometria.

O estudo de Zengin (2017) teve como objetivo avaliar o impacto da sala de aula invertida, utilizando a *Khan Academy* e o GeoGebra, no desempenho dos alunos, além de analisar suas opiniões sobre essa abordagem. A pesquisa foi realizada com 28 alunos do curso de Educação Matemática em uma Universidade Estadual da Turquia, utilizando um *design* de métodos mistos. Foram aplicados um teste de desempenho sobre integrais duplas e um questionário aberto. Os dados quantitativos foram analisados com o teste de Wilcoxon, enquanto os dados qualitativos foram avaliados por análise de conteúdo. Os resultados indicaram que a abordagem invertida melhorou o desempenho dos alunos em integrais duplas, facilitou a compreensão e promoveu maior retenção de conteúdo, além de oferecer uma visualização mais clara do ensino de Matemática.

Zulnaidi, Oktavika e Hidayat (2020) realizaram um quase-experimento para analisar os efeitos do *software* GeoGebra no desempenho dos alunos. A pesquisa envolveu 80 estudantes do *Form Two*, divididos em dois grupos: tratamento (40) e controle (40). Os dados foram analisados com os *softwares* ANATES 4 e SPSS 24.0. Os resultados indicaram diferenças significativas no desempenho dos alunos, especialmente nos tópicos de funções e limites, conforme o grupo. A pesquisa também revelou que tanto professores quanto alunos aprovaram que o uso do GeoGebra facilita a compreensão de conceitos matemáticos por meio de recursos visuais. Embora o uso do *software* demande tempo, ele torna a aprendizagem mais ativa e melhora a interação entre professores e alunos.

A pesquisa de Dockendorff e Solar (2018) examinou o impacto da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no desenvolvimento das habilidades de visualização matemática e na formação inicial de professores. Os autores destacam como o uso do *software* GeoGebra contribui para o aprendizado de Matemática no ensino médio, além de influenciar concepções de professores sobre o ensino e a aprendizagem dessa disciplina. O estudo descreve como os *applets* dinâmicos do GeoGebra, quando usados de forma exploratória facilitam a formação de conjecturas e promovem processos matemáticos. Além disso, os autores observam as mudanças nas percepções de futuros professores sobre a importância das representações dinâmicas visuais no ensino de Matemática.

Granberg (2016) investigou as dificuldades enfrentadas pelos alunos ao identificarem erros na resolução de problemas, focando nas atividades de resolução que levam a dificuldades produtivas e nos benefícios que os alunos podem obter dessas dificuldades. Vinte e quatro alunos, com idades entre 16 e 17 anos, trabalharam em pares

para resolver um problema de função linear usando o GeoGebra. Os dados, coletados por meio de gravações de conversas, atividades em computador e entrevistas pós-tarefa. O estudo revelou que todos os alunos cometeram erros devido a conhecimento prévio incorreto, o que levou à construção errada de novos conhecimentos. Embora tenham enfrentado dificuldades superficiais e improdutivas, a maioria conseguiu transformar esses erros em dificuldades produtivas. Esses alunos conseguiram reconstruir seu conhecimento anterior de maneira útil e construir novos conceitos corretos, levando à resolução do problema.

O estudo de Bozkurt e Ruthven (2017) investigou a prática em sala de aula e o conhecimento pedagógico que sustentam a integração do *software* GeoGebra no ensino de Matemática por um professor. O docente escolhido lecionava em uma escola secundária na Inglaterra e era reconhecido por sua habilidade no uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática. A pesquisa utilizou uma abordagem triangulada, combinando observações de aulas e entrevistas pós-aula, para analisar como a prática pedagógica e o conhecimento profissional do professor facilitam a integração da tecnologia. Os resultados mostraram como o professor gerenciou vários aspectos do ensino com o GeoGebra, incluindo a seleção de tarefas baseadas em tecnologia alinhadas aos seus objetivos pedagógicos, à preparação dos alunos para o uso eficaz da tecnologia, à adaptação das atividades em sala de aula e à ampliação dos conteúdos curriculares abordados.

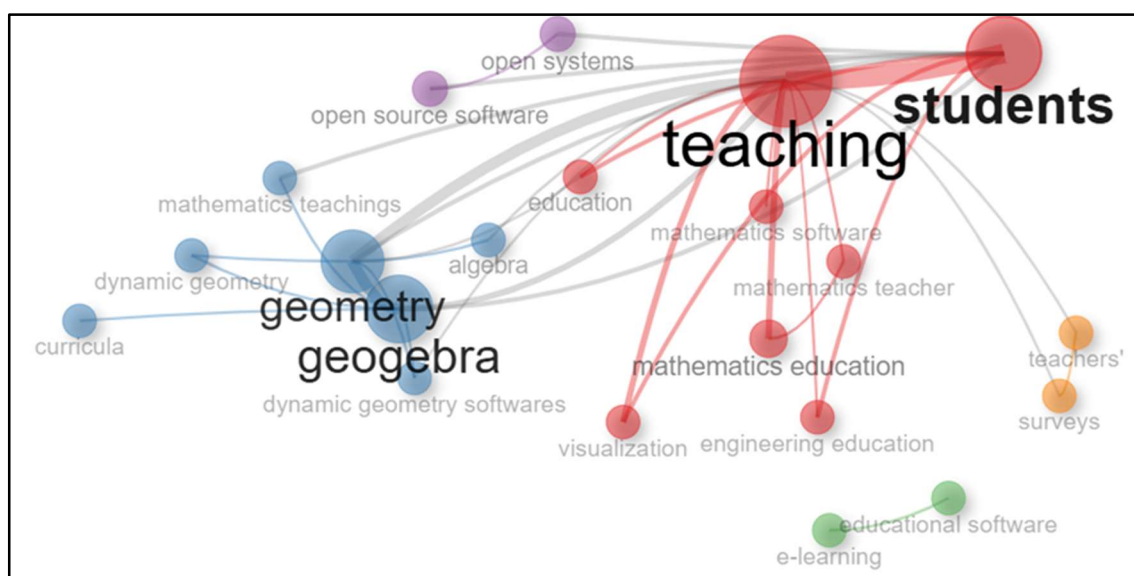
Dikovic (2009) contribuiu para o campo ao apresentar novas tendências em tecnologia e aprendizado. Do ponto de vista técnico, ele introduziu um *applet* do GeoGebra, destacando sua importância para o desenvolvimento futuro do ensino a distância de Matemática no nível universitário. Metodologicamente, o autor propôs uma estrutura com exemplos específicos para demonstrar como os conceitos de Geometria dinâmica podem ser aplicados a tópicos de Cálculo utilizando as ferramentas do GeoGebra. Além disso, o trabalho ressalta o papel crucial dos *softwares* de código aberto gratuitos no ensino de Matemática globalmente.

O trabalho de Velichová (2011) aborda o uso do GeoGebra no ensino e aprendizado de Matemática, focando na criação de planilhas dinâmicas autônomas, como *applets* Java interativos incorporados em páginas HTML. Essas planilhas apresentam construções dinâmicas e cálculos interativos acessíveis pela internet. O estudo destaca como essas ferramentas eletrônicas avançadas são adequadas para o desenvolvimento de materiais instrucionais no contexto da Educação Matemática online. Além disso, são

exploradas diversas formas de aplicar o GeoGebra em soluções de *e-learning*, oferecendo uma plataforma interativa e dinâmica para cálculos e gráficos.

Partindo dos 126 estudos encontrados na base de dados, é possível compreender como conceitos e termos estão interconectados, Figura 2, permitindo identificar a rede de coocorrência de palavras-chave. Essa rede de coocorrência de palavras-chave é uma técnica empregada para gerar uma representação visual das possíveis relações entre conceitos presentes nos documentos.

Figura 2 – Rede de coocorrência de palavras-chave

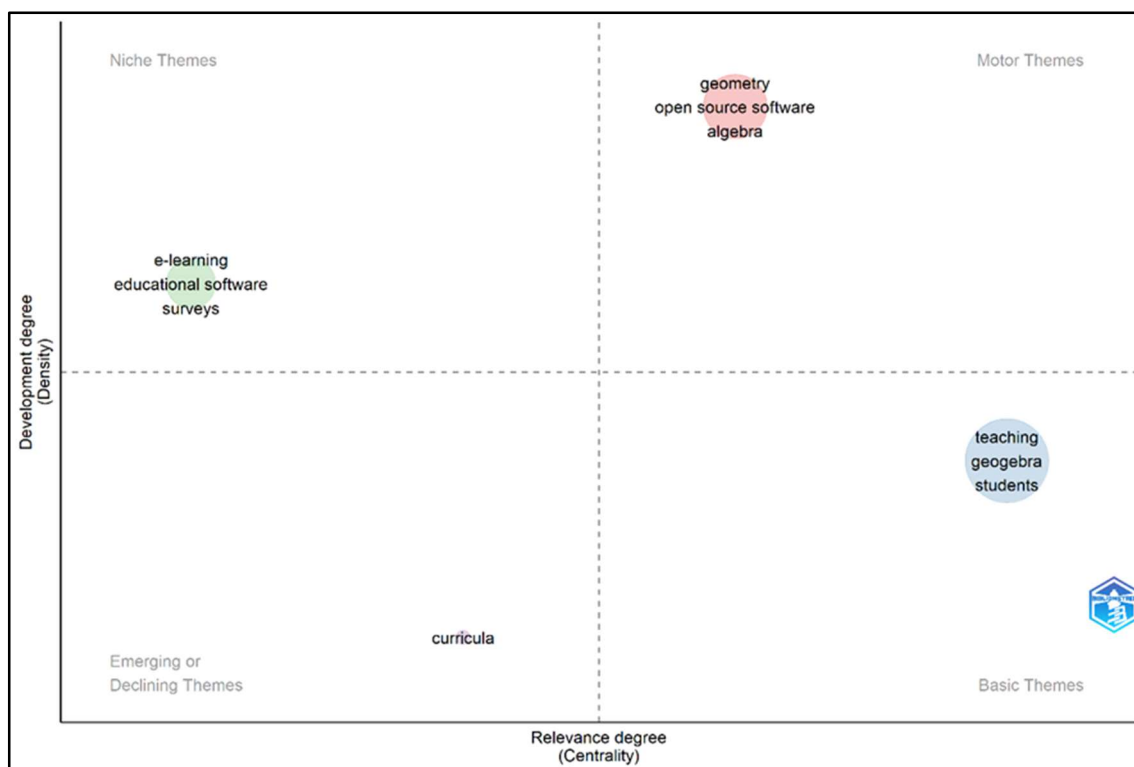


Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Na Figura 2, identifica-se tópicos e temas frequentes em grandes quantidades nos textos, possibilitando a visualização das inter-relações entre diferentes conceitos. Observa-se que há cinco *clusters*: vermelho, azul, verde, amarelo e roxo. Dentre os quais, os *clusters* “vermelho” e “azul” possuem maior conexão com os demais, mostrando que os termos “*students*” (estudante), “*teaching*”(ensino), “*geometry*” (geometria) e “*geogebra*” (ferramenta de ensino de Matemática) possuem maior centralidade e ocorrência dentro da rede.

Os temas estudados dentro dessas pesquisas podem ser representados por um mapa temático ou gráfico cartesiano, que é gerado a partir da análise de coocorrência das palavras-chave, oferecendo uma visão detalhada da evolução de um campo de pesquisa, nesse caso, o GeoGebra, conforme Figura 3.

Figura 3 – Mapa temático



Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Como se pode constatar, esse mapa temático possui quatro quadrantes, classificados em:

Quadrante Superior Direito (Temas motores/principais): Esse quadrante geralmente engloba tópicos amplamente recorrentes e essenciais. Trata-se de questões de grande relevância e popularidade na área de estudo, que indicam tendências emergentes ou áreas de intensa atividade de pesquisa. Nesse caso, por exemplo, “*geometry*” (geometria), “*open source software*” (*software* de código aberto) e “*algebra*” (álgebra).

Quadrante Superior Esquerdo (Temas de Nicho): Esse quadrante inclui tópicos que são centrais na rede de pesquisa, mas com uma frequência de ocorrência mais baixa. Embora esses temas possam ser significativos e impactantes, eles não são tão comuns. Vale a pena investigar as razões para essa menor frequência e avaliar o potencial para maior exploração ou desenvolvimento. Esses tópicos podem ser altamente relevantes e especializados, mas ainda não alcançaram ampla aceitação ou podem ser relativamente novos na área. Aqui estão “*e-learning*” (aprendizagem eletrônica), “*education software*” (*software* educacional), “*surveys*” (pesquisa).

Quadrante Inferior Direito (Temas Básicos): incluem tópicos que têm uma alta frequência de ocorrência, mas não são tão centrais ou inovadores como os temas de nicho. Esses temas podem sinalizar uma área de pesquisa já bem explorada, em que novas descobertas ou contribuições são menos frequentes, mas sua relevância continua presente devido à sua consolidação no campo. A título de exemplo, “*teaching*” (ensino), “*geogebra*” e “*students*” (estudantes).

Quadrante Inferior Esquerdo (Temas Emergentes ou em Declínio): Esse quadrante abrange tópicos que são menos comuns e têm menor centralidade na rede de pesquisa. Esses temas podem representar áreas emergentes ou nichos específicos. Vale a pena investigar se esses tópicos têm o potencial de se tornar mais relevantes ou se ainda estão em estágios iniciais de desenvolvimento. Eles podem estar em diferentes fases de evolução: os temas emergentes são novos e estão começando a atrair atenção, enquanto os temas em declínio estão perdendo relevância e frequência de ocorrência. Tem-se aqui “*curricula*” (currículo).

Considerações finais

O objetivo do trabalho foi analisar as publicações indexadas na base de dados *Scopus* e mapear os trabalhos que apresentavam implementações da ferramenta GeoGebra no ensino de Matemática. Não foi definido recorte temporal para que pudesse ser observada a evolução dos temas e número de trabalho no formato artigo desde o início das investigações. Conforme notado, essas publicações iniciaram no ano de 2007, na base selecionada, especificamente no que concerne às aplicações do GeoGebra. Alguns pontos resultantes da análise merecem destaque.

Verificou-se uma tendência de crescimento nas publicações sobre o tema, uma taxa média de 12,58%. Acredita-se que essa tendência esteja relacionada ao uso progressivo do OVAs, como é o caso do GeoGebra, ferramentas para apoiar o ensino de Matemática e minimizar as dificuldades comuns no aprendizado em diversas áreas, principalmente naquelas em que os conteúdos são mais abstratos. Dessa forma, no grupo de artigos, sobressaltou como tema motor as pesquisas relacionadas à Geometria e Álgebra, indicando que é uma linha de interesse importante, consolidada e de grande relevância. Corroborou à rede de coocorrência de palavras-chave, que mostrou a formação de *clusters* maiores para os descritores “*students*” (estudantes), “*teaching*”

(ensino), “*geometry*” (geometria) e “*GeoGebra*”. Esses agrupamentos sugerem que a pesquisa tem um foco significativo na aplicação da ferramenta GeoGebra, para o ensino de Geometria, com ênfase nas relações entre estudantes e o processo de ensino-aprendizagem.

Apesar disso, diferentemente do esperado, de que os artigos mais citados seriam de aplicações no ensino de Geometria, já que a ferramenta foi desenvolvida, inicialmente, com esse propósito, observou-se principalmente aplicações para Cálculo e Álgebra (e.g., em Funções, Limites, Função Linear), com públicos e contextos diversos, tais como na formação de professores e alunos, no ensino presencial e/ou remoto. Também, pode ser destacado que, embora a ferramenta possa apoiar aplicações nas áreas de Estatística, Aritmética, Trigonometria e Probabilidade, por exemplo, não figuraram entre temas considerando a densidade e centralidade, ou seja, ainda são temas pouco relevantes, com baixa adesão de estudos, de acordo com os dados analisados.

Por fim, como tema emergente constatou-se a implementação de ferramentas, como o GeoGebra, no currículo escolar. Essa é uma tendência importante, devido à ampliação do uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem na rotina dos indivíduos, seja em ambiente escolar ou não - ao menos em algumas sociedades. No Brasil, a título de exemplo, o uso dessas ferramentas é sugerido na própria Base Nacional Curricular Comum. A centralidade dos termos “*students*” (estudantes), “*teaching*” (ensino), “*geometry*” (geometria) e “*GeoGebra*” dentro da rede de coocorrência aponta para uma interconexão entre esses temas, o que pode refletir a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e tecnológicas no contexto educacional.

Recebido em: editora
Aprovado em: editora

Referências

BECK, R.J. Learning Objects: What?. **Center for Internation Education**. University of Winsconsin. Milwaukee, 2001.

BHAGAT, K. K.; CHANG, C. Incorporating GeoGebra into geometry learning-A lesson from India. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 11, p. 77 - 86, 2015.

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

BOTANA, F. *et al.* Automated Theorem Proving in GeoGebra: Current Achievements. **Journal of Automated Reasoning**, v. 55, p. 39 - 59, 2015.

BOZKURT, G.; RUTHVEN, K. Classroom-based professional expertise: a mathematics teacher's practice with technology. **Educational Studies in Mathematics**, v. 94, p. 309 - 328, 2017.

CRUZ, M. P. M. *et al.* GeoGebra: Um Estudo Bibliométrico a partir da Plataforma Web Of Science. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 11, n. 1, p. 22-36, 2022.

DIKOVIC, L. Implementing dynamic mathematics resources with geogebra at the college level. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 4, p. 51 - 54, 2009.

DOCKENDORFF, M.; SOLAR, H. ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: the case of GeoGebra. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 49, p. 66 - 84, 2018.

GEOGEBRA. **O que é o geoGebra?**. 2024. Disponível em: <<https://www.geogebra.org/about?lang=pt-P>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2024.

GRANBERG, C. Discovering and addressing errors during mathematics problem-solving-A productive struggle?. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 42, p. 33 - 48, 2016.

HOHENWARTER, M.; PREINER, J. Dynamic mathematics with GeoGebra. **Journal of Online Mathematics and its Applications**, 2007.

HOHENWARTER, M.; FUCHS, K. J. Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. *In: Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching, Proceedings of Sprout-Slecting Conference (Sarvari, Cs. Hrsg.)*. Bornus Nyomda: p. 128 - 133, 2005.

MUZIO, J.; Heins, T.; Mundell, R. Experiences with reusable e learning objects: From Theory to Practice. **The Internet and Higher Education**, v. 5, n. 1, p. 21-34, 2002.

OLIVEIRA MAIA, L. E.; VASCONCELOS, F. H. L. O uso das tecnologias digitais, em especial o GeoGebra, para o ensino de Geometria: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 1, p. e031-e031, 2022.

OLIVEIRA MAIA, L. E.; SOUSA GONDIM, R.; VASCONCELOS, F. H. L. Utilização do geogebra para o ensino de geometria: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 10, n. 1, p. 31-51, 2023.

REY-MARTÍ, A.; RIBEIRO SORIANO, D; PALACIOS – MARQUÉS, D. A bibliometric analysis of social entrepreneurship. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 5, p. 1651-1655, 2016.

ROCHA, R. P.; SILVA, M. D. F. Uma revisão sistemática abordando o Tangram, o GeoGebra e as opções de isometria do plano. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 23, n. 1, p. 741-768, 2021.

RODRIGUES, G. C.; LOURENÇO, T. H. P.; Nascimento, D. L. O uso do GeoGebra no ensino remoto emergencial: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, vol. 10, n. 10, p. e194101018495-e194101018495, 2021.

SÁNCHEZ, I. C.; CASTILLO, L. A.; LOPES, T. B. Revisão e análise bibliométrica sobre o GeoGebra em pesquisas e ensino da matemática. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 19, n. 33, p. e23002-e23002, 2023.

SOARES, F.; SANTANA, J. R.; VASCONSELOS, F. H.. O uso da tecnologia de Realidade no ensino de Geometria Espacial: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino da Matemática em Debate**, p. 77-94, 2023.

SOUSA, A. D. *et al.* TECNOLOGIAS NA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO ACERCA DE TRABALHOS COM O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA PLANA. **Revista Paranaense De Educação Matemática**, v. 11, n. 26, p. 384-401, 2022.

SPINELLI, W. **Aprendizagem matemática em contextos significativos: objetos virtuais de aprendizagem e percursos temáticos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

VELICHOVÁ, D. Interactive maths with GeoGebra. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 6, p. 31 - 35, 2011.

ZENGİN, Y. Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching. **Educational Technology and Society**, v. 20, p. 89 - 100, 2017.

ZULNAIDI, H.; OKTAVIKA, E.; HIDAYAT, R. Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. **Education and Information Technologies**, v. 25, p. 51 - 72, 2020.

Recebido em: 10/01/2024

Aprovado em: 23/10/2025



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