

**REVISÃO E ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE O GEOGEBRA
EM PESQUISAS E ENSINO DA MATEMÁTICA**

**SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON GEOGEBRA
IN MATHEMATICS RESEARCH AND TEACHING**

Ivonne C. Sánchez*
Luis Andrés Castillo**
Thiago Beirigo Lopes***

RESUMO

Este estudo bibliométrico analisa a crescente literatura científica sobre a integração do GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem de matemática. O objetivo é identificar os principais temas, autores, fontes, artigos mais citados e países com maior produção sobre o uso do GeoGebra na educação. Utilizando o pacote Bibliometrix, foram analisados metadados de artigos indexados na Web of Science e Scopus, do período de 2002 a 2023. A pesquisa resultou em 1.333 artigos relevantes, após a remoção de 322 duplicatas de um total de 1.665 artigos identificados inicialmente. A análise é dividida em duas partes: uma quantitativa, que apresenta um panorama do uso do GeoGebra na educação por meio de tabelas, gráficos e mapas; e outra descritiva, que identifica cinco clusters principais na literatura. O primeiro cluster trata do uso do GeoGebra em grupos experimentais para demonstração de teoremas e ensino de cálculo algébrico. O segundo analisa os impactos do GeoGebra no ensino, aprendizagem e formação de professores de matemática. O terceiro destaca trabalhos sobre sistemas de ensino que incorporam o GeoGebra. O quarto discute a inserção do GeoGebra em currículos e sistemas de e-learning. Por fim, o quinto cluster foca no GeoGebra como software de Geometria Dinâmica. Este estudo oferece uma compreensão abrangente da estrutura conceitual, intelectual e social da literatura sobre o GeoGebra, indicando sua importância e integração nos processos educativos em diferentes níveis.

Palavras-chave: GeoGebra, Revisão Sistemática de Literatura, Bibliometria.

ABSTRACT

This bibliometric study examines the growing scientific literature on the integration of GeoGebra into the teaching and learning processes of mathematics. The aim is to identify the main themes, authors, sources, most cited articles, and countries with the highest output on the use of GeoGebra in education. Using the Bibliometrix package, metadata of articles indexed in Web of Science and Scopus from 2002 to

* Mestra em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. E-mail: ivonne.s.1812@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2485-1059>

** Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. E-mail: luiscastleb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5174-9148>

*** Doutor em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC/UFMT). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Confresa, Mato Grosso, Brasil. E-mail: thiago.lobes@ifmt.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9409-6140>



2023 were analyzed. The research resulted in 1,333 relevant articles, after removing 322 duplicates from an initial total of 1,665 articles. The analysis is divided into two parts: a quantitative one, presenting an overview of the use of GeoGebra in education through tables, graphs, and maps; and a descriptive one, identifying five main clusters in the literature. The first cluster deals with the use of GeoGebra in experimental groups for theorem demonstration and algebraic calculus instruction. The second analyzes the impacts of GeoGebra on teaching, learning, and mathematics teacher training. The third highlights works on education systems incorporating GeoGebra. The fourth discusses the integration of GeoGebra into curricula and e-learning systems. Finally, the fifth cluster focuses on GeoGebra as Dynamic Geometry software. This study offers a comprehensive understanding of the conceptual, intellectual, and social structure of the literature on GeoGebra, indicating its importance and integration in educational processes at different levels.

Keywords: GeoGebra, Systematic Literature Review, Bibliometrics.

1 INTRODUÇÃO

Desde tempos históricos a humanidade tem a motivação pelo desenvolvimento e uso de artefatos para auxiliar na execução de tarefas, nos diferentes marcos temporais e geográficos – tais artefatos têm transformado as práticas socioculturais para as quais foram concebidos. Nesse sentido, Drijvers e Sinclair (2023) expressam que, embora as Tecnologias Digitais (TD) sejam uma adição recente do ponto de vista histórico, impactaram rapidamente e de maneira significativa nossa vida, nossa cultura e nossa sociedade como um todo. Um exemplo disso é a evolução do telefone até os chamados atualmente *smartphones*, os quais têm outras funcionalidades além de permitir a comunicação entre dois sujeitos – funcionalidades que, há três décadas, muitos de nós nem imaginávamos.

Assim sendo, a educação matemática não se isola desses avanços tecnológicos. O que anteriormente era considerado essencial em habilidades matemáticas em entornos físicos de lápis e papel – como desenhar gráficos, resolver equações algébricas, criar construções geométricas, representar dados estatísticos, entre outras – agora pode ser delegado a TD sofisticadas que oferecem funcionalidades como gráficos, computação simbólica, geometria dinâmica, representação métrica, entre outras. Portanto, a produção dos saberes matemáticos, incluindo habilidades que eram vistas como sofisticadas – como derivar ou integrar funções, operar algebricamente polinômios, entre outras –, foi assimilada pelas TD, do mesmo modo como a habilidade de navegação e posicionamento global foi incorporada aos *smartphones*. Nesse cenário, a utilização de TD tem aumentado em todos os níveis acadêmicos, e os educadores adotam-nas para melhorar a experiência de ensino e aprendizagem dos seus alunos

(McGovern et al., 2020).

Já no início do século XXI, Isoda (2002) descreve diversas TD para apoiar atividades de ensino e aprendizagem das matemáticas. Entre elas, citamos: Algebraic Expresser, Function Probe, Calculus Unlimited; Softwares de Geometria Dinâmica – SGD – (Jankvist; Geraniou, 2021; Meadows; Caniglia, 2021), como o Cabri (Baki; Guven, 2009), o Geometer's Sketchpad (Dennis; Confrey, 1997) e o GeoGebra (Sousa, 2021; Thomsen, 2021; Zengin, 2018b); planilhas eletrônicas, como Excel, Lotus etc.; e Computer Algebra System (Hašek; Zahradník, 2015). Para Isoda (2002), essas TD podem auxiliar os alunos a traduzir e interpretar conceitos matemáticos nas várias representações. Como podemos observar, a característica comum de todos eles é que são *softwares* computacionais.

Desse mundo de TD, os SGD têm ganhado espaço no cenário educativo em diferentes níveis de escolaridade e em diferentes países ao longo do tempo, desde a invenção da linguagem LOGO – que é o parente mais antigo dessa família de *softwares* – na década de 1980 até níveis mais sofisticados a partir da invenção do GeoGebra no ano de 2002. Só que o GeoGebra não é somente um SGD, ele vai além disso, integra a álgebra e, no seu desenvolvimento, integrou também planilhas eletrônicas, estatística e cálculo em um único entorno – portanto, na atualidade ele é considerado como um *software* de matemática dinâmica para todos os níveis educacionais.

Esse movimento só foi possível pelo GeoGebra ser mais que um *software*. Ele é também uma comunidade de milhões de usuários e institutos localizados em quase todos os países e tornou-se o *software* de matemática mais usado no âmbito educativo, apoiando a educação e inovações em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática no ensino e na aprendizagem em todo o mundo. Na atualidade o GeoGebra é incorporado, globalmente, a centenas de *sites* educacionais de diferentes maneiras, desde simples demonstrações até sistemas completos de avaliação *online*.

Diante desse contexto, surgem algumas questões: quais autores e periódicos lideram a literatura sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem e quais artigos são mais citados? Quais os principais temas pesquisados, quais países mais contribuem para a produção científica e quais palavras são mais utilizadas na literatura sobre o GeoGebra na área educacional? Quais são os mapas bibliográficos, os gráficos e as tabelas dos dados, juntamente com as estruturas conceituais, intelectuais e sociais e as bases de conhecimento para o GeoGebra no ensino e na



aprendizagem?

Para responder essas perguntas, explicitamos os seguintes objetivos e motivações: primeiramente, decidimos identificar as fontes e os autores mais prolíficos a fim de contribuir para a compreensão da liderança científica sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem. O objetivo era mostrar quais tópicos são mais preocupantes para os pesquisadores, no intuito de caracterizar em que área a pesquisa científica sobre a temática está se concentrando. Para isso, fizemos a apreciação desses tópicos por meio de mapas bibliográficos para realizar uma análise aprofundada e representá-la de forma resumida, a fim de facilitar a compreensão da situação atual da pesquisa sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem.

Pelo exposto anteriormente, fazemos uma síntese dos nossos objetivos e explicitamos que neste estudo nosso propósito geral é identificar e analisar a literatura científica com uma revisão bibliométrica para encontrar os principais temas, autores e fontes; os artigos mais citados; e os países onde mais se publicou. Também pretendemos conhecer a estrutura conceitual, intelectual e social; e identificar bases de conhecimento da integração do GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem.

Para atingir os objetivos propostos, consultamos os artigos da produção científica indexada na Web of Science (WoS) e no Scopus e analisamos aqueles publicados entre 2002 e 2023 e as tendências emergentes em pesquisas nesse período. Este artigo está estruturado da seguinte maneira: inicialmente, a primeira seção oferece uma visão geral do estudo, apresenta seus objetivos e delinea as questões de pesquisa abordadas. Na segunda seção, conduzimos uma revisão abrangente da literatura, centrada na análise bibliométrica relacionada ao tema em questão. A terceira seção detalha a metodologia adotada e descreve os procedimentos de busca utilizados para identificar de maneira abrangente a literatura relevante sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem.

Na quarta seção, apresentamos minuciosamente os resultados obtidos, o que proporciona uma compreensão clara e abrangente das descobertas decorrentes da pesquisa. A quinta seção destina-se à discussão aprofundada desses resultados, contextualiza-os dentro do cenário mais amplo sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem e explora suas implicações e sua relevância.

Por fim, a sexta seção encapsula as conclusões do estudo, consolida as descobertas e fornece uma síntese coesa das contribuições significativas. Além disso, apresentamos

sugestões para futuras linhas de pesquisa, com vistas a ampliar o entendimento sobre o papel do GeoGebra no ensino e na aprendizagem e delinear caminhos para investigações subsequentes. Essa estrutura proporciona uma progressão lógica e clara e facilita a compreensão e apreciação do conteúdo apresentado.

2 REVISÃO DA LITERATURA SOBRE ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Os metadados vinculados a meios de comunicação – por exemplo: título, resumo palavras-chave, referências de artigos publicados – fornecem uma visão geral de qualquer campo investigativo (Milian et al., 2019). Os métodos bibliométricos são úteis quando é necessário analisar um grande volume desse tipo de informações. Esses métodos são parte da bibliometria, termo cunhado por Alan Pritchard com o significado de “a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outros meios de comunicação” (Groos; Pritchard, 1969, p. 349).

Nesse sentido, podemos considerar a análise bibliométrica como uma abordagem que utiliza um conjunto de métodos quantitativos para medir, rastrear e analisar a literatura científico-acadêmica sobre um tema abrangente (Roemer; Borchardt, 2015). Nesse tipo de análise é possível identificar as publicações dos autores, as revistas de maior destaque, as metodologias utilizadas e as conclusões obtidas, por meio da visualização e interpretação dos indicadores bibliométricos.

A exploração dos metadados nas análises bibliométricas compreende a análise descritiva e a extração de redes, e diversas técnicas (Cobo et al., 2011) foram concebidas para extrair redes ou mapas bibliográficos, com uso de diferentes unidades de análise que podem ser agrupadas nas três estruturas de conhecimento: de tipo conceitual, intelectual e social. A primeira refere-se ao que a ciência fala, os principais temas e tendências; a segunda trata sobre como o trabalho de um autor influencia uma determinada comunidade científica; e a terceira versa sobre como autores, instituições e países interagem entre si.

Para cada estrutura do conhecimento temos o agrupamento de unidade de análise e técnicas bibliométricas diferentes. Na estrutura conceitual procura-se representar relações entre conceitos ou palavras em um conjunto de publicações. Assim sendo, para essa estrutura, a técnica bibliométrica associada é de tipo copalavra, na qual a unidade de análise é(são) a(s)



palavra(s)-chave ou termo(s) extraído(s) do título, do resumo ou do corpo do documento para instituir uma rede que possibilite, nela, o estabelecimento de relações entre os termos selecionados.

A respeito da estrutura intelectual, a técnica bibliométrica associada é a cocitação, que tem como unidade de análise autores, referências e revistas. Nessa análise mostram-se relacionamentos entre nós de uma mesma unidade de análise, portanto as bordas da rede podem ter diferentes interpretações, dependendo do tipo de citação (cocitação ou citação direta). Esse tipo de análise tem importância, já que – quando examinada em longos períodos de tempo – permite visualizar e detectar mudanças em paradigmas e escolas de pensamento.

No que diz respeito das estruturas sociais, elas permitem mostrar como autores ou instituições se relacionam com outros no campo da pesquisa científica. A técnica bibliométrica mais comum é a coautoria. Nessa técnica a unidade de análise são autores, países ou instituições de afiliação. Com redes de coautoria podem ser descobertos, por exemplo, grupos de autores regulares, autores influentes, comunidades ocultas de autores, instituições relevantes em um campo de pesquisa específico, entre outros assuntos.

Entre as principais unidades de análise temos a unidade copalavras, que se utiliza das palavras ou palavras-chave mais significativas presentes nos documentos para examinar a estrutura conceitual de um determinado campo de pesquisa; a estrutura social; e as redes de colaboração.

Em uma busca por outros estudos de análises bibliométricas sobre o GeoGebra foi possível encontrar apenas dois artigos: o primeiro, de autoria de Cruz *et al.* (2022), cujo objetivo foi evidenciar, através de um estudo bibliométrico, a temática do GeoGebra para a promoção do ensino e da pesquisa na ciência matemática, tendo como base de dados a WoS e como recorte temporal o período de 2016 a 2020. Os resultados constataram um rápido crescimento na produção de artigos nesses últimos anos.

O segundo, de Fathurrahman e Fitrah (2023), teve como objetivo analisar dados de pesquisas e desenvolvimentos anteriores no uso do GeoGebra em aulas de matemática. O objeto de estudo foram artigos do Google Acadêmico e do Dimension. Para análise bibliométrica foi usado o VOSviewer. Os resultados da pesquisa mostram que o uso do *software* GeoGebra tem conferido desenvolvimento e melhoria ao processo da compreensão dos alunos sobre conceitos matemáticos, competências de pensamento crítico e independência efetiva.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo, analisamos artigos – e uma dissertação – que constituem uma amostra representativa da atividade científica internacional publicada em revistas científicas, portanto foram excluídas atas de reuniões, editoriais, livros, capítulos, anais, notícias e outros tipos de documentos encontrados nas bases de dados. O conjunto de trabalhos selecionados é analisado por meio de uma exploração quantitativa com um estudo bibliométrico que identifica e analisa a literatura sobre GeoGebra no ensino e na aprendizagem na educação matemática para fornecer um mapa das estruturas do conhecimento, quais sejam, conceitual, estrutural e social. A fim de conhecer os tópicos de pesquisa e as diferentes estruturas do conjunto dos estudos, realizamos a referida análise seguindo as recomendações de Cobo *et al.* (2011) para produzir e interpretar os mapas bibliográficos.

Coletamos a produção nas bases de reconhecimento internacional Scopus e WoS – o acesso para essas bases é restrito para usuários não assinantes; para ultrapassar essa limitante, o acesso se deu por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (Capes), a partir da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). Essa opção permite o acesso remoto ao conteúdo assinado do Portal de Periódicos da Capes no acervo de bases e coleções do referido portal, e Scopus e WoS são ali contempladas.

Assim sendo, acessamos cada uma das bases mencionadas anteriormente e usamos o termo “GeoGebra”, para toda produção publicada desde 2002¹ até 2023. Com isso, obtivemos 1.060 resultados na Scopus e 726 na WoS nos diferentes índices: Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S), Conference Proceedings Citation Index – Social Science; Humanities (CPCI-SSH), Science Citation Index Expanded (SCI-E), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts; Humanities Citation Index (A&HCI) e Emerging Sources Citation Index (ESCI).

A maior quantidade de artigos foi encontrada no índice ESCI, devido à ampla cobertura de periódicos indexados – mais de 7.000 periódicos adicionais, que atendem a vários critérios de qualidade e impacto e fornecem uma cobertura mais ampla de periódicos regionais de língua não inglesa, campos emergentes e tendências de desenvolvimento científico (Huang et al., 2017). Além disso, a ESCI representa todas as principais áreas de investigação da SCI-E, da SSCI

¹ Ano da defesa da dissertação de mestrado que originou o *software* e ano das publicações encontradas.



e da A&HC e cobre uma quantidade considerável de investigação em educação (Hernández-Torrano et al., 2021).

Para o tratamento e a análise do conjunto de informações, foram usados dois *softwares* de código aberto bem reconhecidos, o RStudio² e o pacote Bibliometrix, concebido como uma ferramenta baseada na linguagem R para análises abrangentes em várias etapas de dados bibliométricos (Aria; Cuccurullo, 2017). Com as funcionalidades desse pacote, foi possível juntar as informações das duas bases científicas – obtivemos um total de 1.811 artigos e removemos 361 duplicados, resultando um total de 1.450 artigos publicados nesse recorte temporal a serem analisados.

Neste estudo a geração e análise dos mapas bibliográficos se deu com o uso, por um lado, da funcionalidade Bibliometrix, qual seja, o Biblioshiny. Essa funcionalidade possibilita uma leitura das estatísticas da literatura selecionada e faz a computação de índices, a análise de rede e o desenho de mapas de conhecimento, de maneira que auxilia na identificação dos autores mais produtivos; das revistas e dos períodos em que as publicações foram produzidas; da evolução das publicações ao longo do tempo; dos artigos mais influentes em um determinado conjunto de estudos; e dos assuntos mais intimamente relacionados ao tema pesquisado.

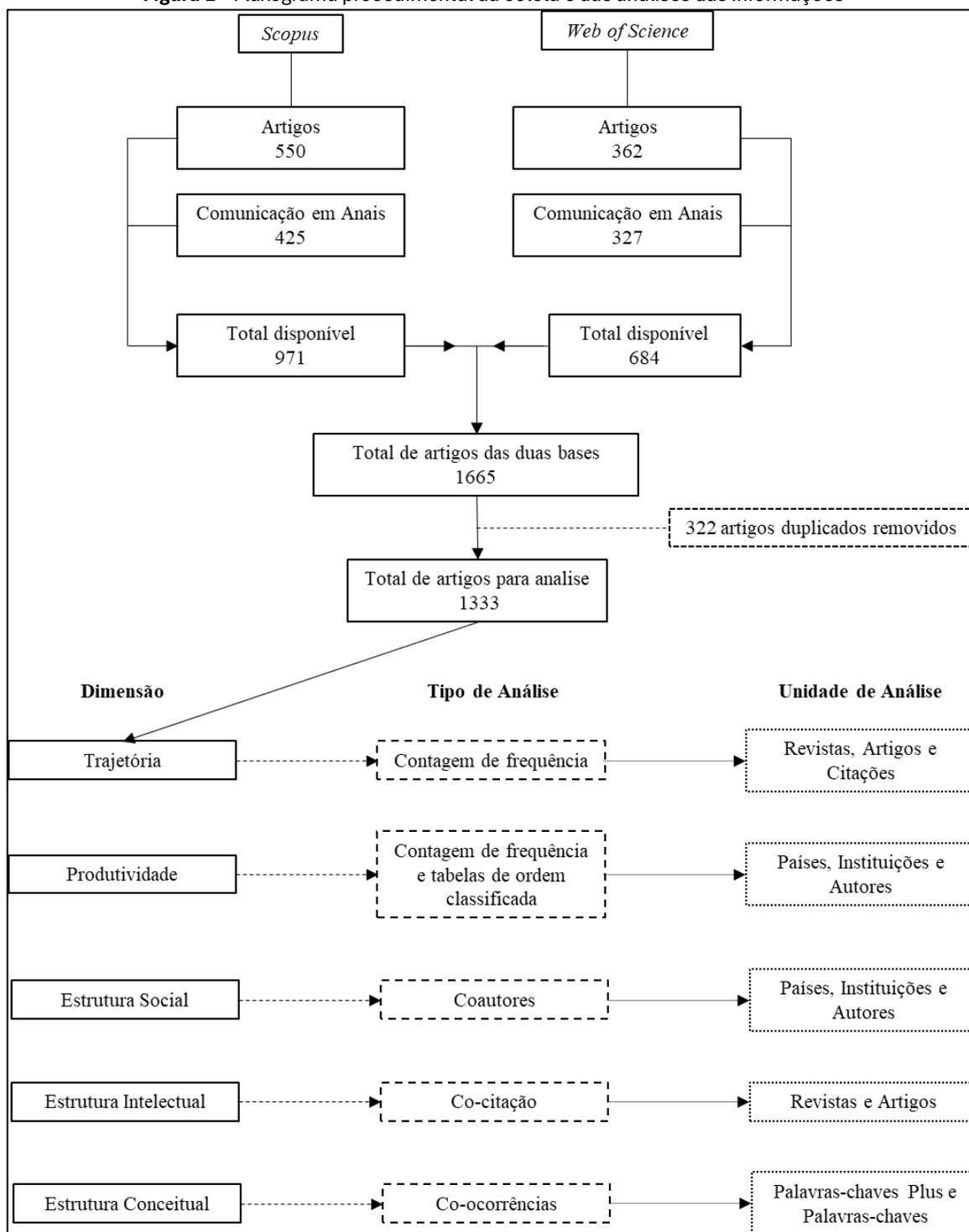
O Biblioshiny auxilia ainda na construção e visualização de redes bibliométricas. Essas redes podem incluir periódicos, pesquisadores ou publicações individuais e podem ser construídas por meio de citações, acoplamentos bibliográficos, palavras-chave, cocitações ou coautorias – estas duas últimas são baseadas no número de publicações de autoria conjunta dos pesquisadores.

Por sua vez, o VOSviewer tem sido amplamente afirmado como uma ferramenta eficaz para conduzir análises cienciométricas abrangentes por meio de mapeamento bibliométrico. Essa ferramenta é útil para fornecer aos pesquisadores representações gráficas claras para análise e comunicação eficaz (Owolabi; Sajjad, 2023). A ferramenta do *software* VOSviewer também auxilia na construção e visualização de redes bibliométricas. Neste estudo, com uso do VOSviewer, geramos diversas redes, incluindo análise de coocorrências de rede de palavras-chave, cocitação de rede de autores, cocitação por fonte, coautoria, bibliografia por fonte e bibliografia por autor. Na Figura 1, apresentamos a trajetória de coleta e análise das

² Disponível em: <https://www.rstudio.com>

informações.

Figura 1 – Fluxograma procedimental da coleta e das análises das informações



Fonte: Elaboração própria dos Autores

O processo inicia-se com a coleta de dados a partir de duas bases de dados



preeminentes: a Scopus e a Web of Science. Na Scopus, identificaram-se 550 artigos e 425 comunicações em anais, ao passo que na Web of Science contabilizaram-se 362 artigos e 327 comunicações em anais. Após a compilação inicial de 1665 trabalhos, procedeu-se à depuração, excluindo-se 322 duplicatas, resultando em um corpus final de 1333 documentos para a análise subsequente. A estrutura analítica adotada bifurca-se em cinco dimensões principais: Trajetória, Produtividade, Estrutura Social, Estrutura Intelectual e Estrutura Conceitual. Cada dimensão é meticulosamente analisada através de métodos específicos (incluindo contagem de frequência, análise de coautoria, cocitação e coocorrências) e foca-se em unidades de análise distintas, abrangendo revistas, artigos, citações, países, instituições, autores e palavras-chave. Esta abordagem multifacetada permite uma avaliação holística e multidimensional da literatura, essencial para a compreensão ampla do campo de estudo em questão.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO DA ANÁLISE

O corpus de estudos foi analisado com foco em metadados; título; ano de publicação; contagem de citações; periódico de publicação; nomes dos autores, afiliação e país; Palavras-chave Plus e palavras-chave do autor. Utilizamos as técnicas bibliométricas citadas de maneira a elaborar e interpretar as redes das estruturas conceituais, intelectuais e sociais nas unidades de análise, na produção do conhecimento nos últimos 21 anos. Assim sendo, os resultados e a discussão da análise são divididos por cada dimensão, tendo como subseções cada tipo de análise.

4.1 Trajetória de desenvolvimento

A trajetória das publicações analisadas foi tratada via uma análise de desempenho. Esse tipo de análise tem certas funções analíticas e representa a marca registrada dos estudos bibliométricos, é de natureza descritiva e consegue vislumbrar um panorama geral das informações levantadas. Mediante a frequência de publicações e citações por ano, descrevemos a referida trajetória da produção de conhecimento sobre o GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem.

A Tabela 1 apresenta as principais informações dos 1.333 trabalhos no período temporal de 2006 a 2023 das bases Scopus e WoS, que foram publicados em 508 fontes, principalmente periódicos.

Tabela 1 – Principais informações da produção científica analisada – Período 2006-2023

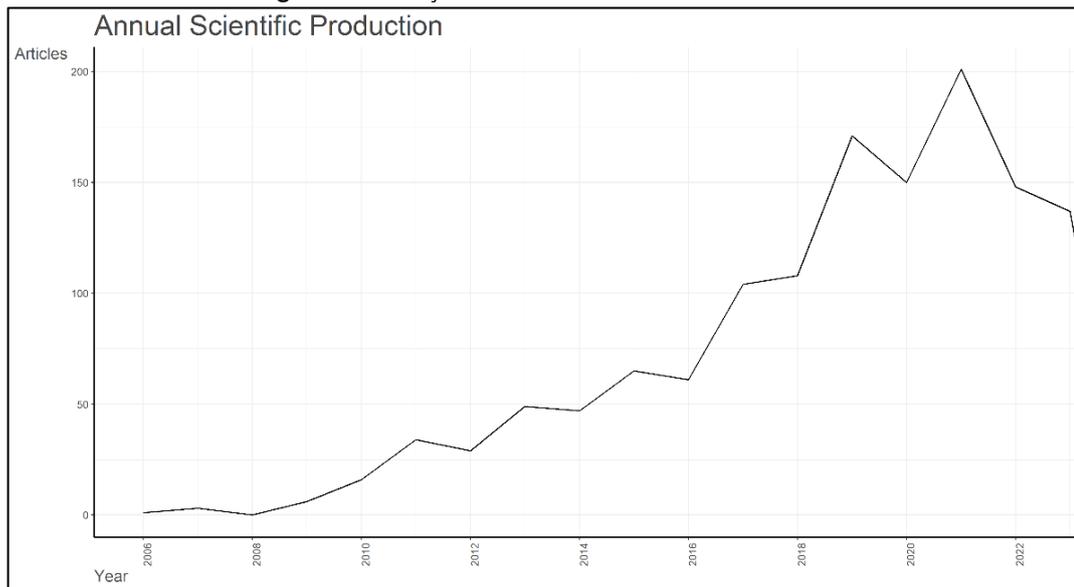
Descrição	Resultados
Fontes (periódicos e anais)	508
Documentos	1333
Taxa de crescimento anual %	6,29
Média de citações por documento	4
Referências	6371
<i>Conteúdo do Documento</i>	
Palavras-chave Plus (ID)	2314
Palavras-chave do autor (DE)	2743
<i>Tipo de Documento</i>	
Artigo	732
Comunicação em Anais	601
<i>Autoria</i>	
Autores	2414
Autores de documentos de autoria única	166
<i>Colaboração de Autores</i>	
Documentos de autoria única	239
Coautores por documento	3
Coautorias internacionais %	5%

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 2 apresentamos a trajetória de crescimento da produção acadêmico-científica sobre o GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem publicada nas referidas bases de artigos internacionais antes mencionadas. Observamos um crescimento exponencial tendo como ponto máximo o ano de 2021, com um total de 201 publicações.



Figura 2 – Produção científica anual sobre o GeoGebra



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 2, em seguida, podemos verificar de maneira específica a quantidade de publicações registradas por ano.

Tabela 2 – Produção científica anual sobre o GeoGebra

Ano	Quantidade
2006	1
2007	3
2008	0
2009	6
2010	16
2011	34
2012	29
2013	49
2014	47
2015	65
2016	61
2017	104
2018	108
2019	171
2020	150
2021	201
2022	148
2023	137
Total	1.333

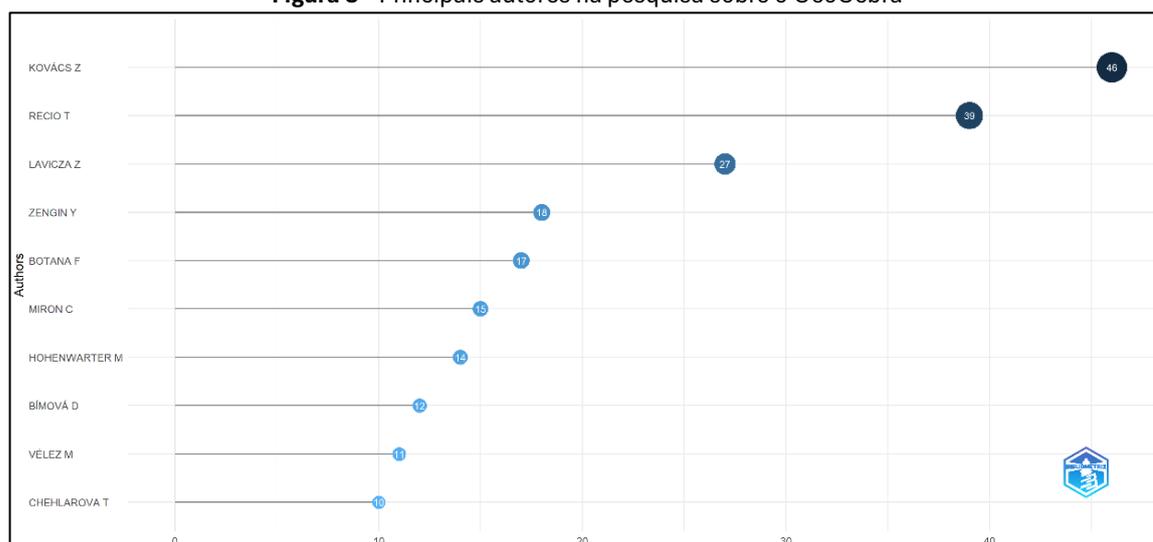
Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 2 apresenta a evolução anual da produção científica relacionada ao GeoGebra, iniciando com uma única publicação em 2006 e crescendo progressivamente até atingir um pico de 201 publicações em 2021, seguido por uma leve diminuição nos dois anos subsequentes. O total acumulado no período analisado, de 2006 a 2023, é de 1.333 publicações, refletindo um interesse crescente no software como objeto de estudo acadêmico.

4.2 Produtividade

Nesta subseção descrevemos o cenário conformado pelos principais autores, instituições e países na pesquisa sobre o GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem. As 1.333 publicações no conjunto de dados foram publicadas por 2.414 acadêmicos afiliados a 1.318 instituições em 82 países diferentes ao redor do mundo. Na Figura 3 apresentamos os principais autores – aqueles com maior produção acadêmica sobre a temática deste trabalho – nesse período.

Figura 3 – Principais autores na pesquisa sobre o GeoGebra



Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os principais autores destacaremos, em primeiro lugar, Zoltán Kovács, da The Private University College of Education of the Diocese of Linz, na Áustria. O referido autor, além de pesquisar sobre o GeoGebra e as funcionalidades de raciocínio automatizado – as quais fornecem provas automáticas de declarações de geometria euclidiana usando cálculos



sofisticados de álgebra computacional –, foi orientado no seu doutoramento pelo criador do GeoGebra, Markus Hohenwarter, e coorientado por Tomas Recio, da Universidad Antonio de Nebrija, na Espanha. Recio – Professor Titular no Grupo Nebrija de Matemática e suas Aplicações, no Departamento de Engenharia Industrial/Escola Politécnica da referida universidade – é o segundo autor com maior produção no período pesquisado. Sua pesquisa tem como foco a Prova Automatizada de Teoremas em Geometria, Geometria Algébrica Computacional e Educação Matemática.

Em terceiro lugar, temos Zsolt Lavicza, professor titular em Métodos de Pesquisa em Educação STEAM na Johannes Kepler University, na Áustria. Atualmente, coordena diversos projetos de pesquisa no Instituto Internacional GeoGebra no referido país, com foco no uso do GeoGebra na Educação STEAM. Seguidamente, Yilmaz Zengin, Professor Associado do Departamento de Educação Matemática e Ciências da Dicle University, na Turquia. As produções do referido pesquisador são Tecnologia Educacional, Software de Matemática Dinâmica, Formação de Professores e uso de tecnologia digital na aprendizagem e no ensino de matemática, especificamente, cálculo. Assim sendo, as instituições às quais esses autores são filiados encontram-se entre as dez primeiras na produção científica sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem no período analisado, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Instituições com maior produção científica sobre a temática

Instituição	Quantidade de trabalhos
The Private University College of Education of The Diocese of Linz	30
Universitas Pendidikan Indonesia	30
Johannes Kepler Univ Linz	24
Johannes Kepler University	21
Univ Bucharest	21
Universidad de Cantabria	20
Universitas Syiah Kuala	20
Constantine The Philosopher University in Nitra	19
Dicle University	18
Charles Univ Prague	17

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os principais países na produção acadêmica sobre a temática analisada, apresentados na Tabela 4, aparece a Indonésia, que, embora não tenha um representante qualitativo entre autores e instituições, é o país com maior produção sobre o GeoGebra no

ensino e na aprendizagem. É seguida por Espanha e Turquia que, diferentemente da Indonésia, têm representantes entre os principais autores e instituições. Observamos uma divisão equitativa entre países ocidentais e orientais.

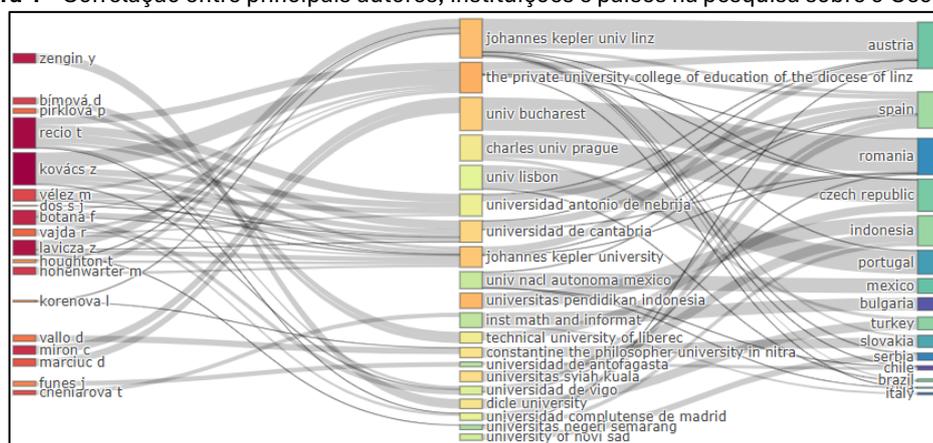
Tabela 4 – Principais países na pesquisa sobre o GeoGebra

País	Publicações	SCP ³	MCP ⁴
Indonésia	119	118	1
Espanha	86	78	8
Turquia	69	67	2
República Checa	50	46	4
Brasil	47	41	6
Áustria	40	37	3
Eslováquia	34	31	3
México	33	29	4
Israel	28	27	1
Portugal	27	27	0

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 4, apresentamos uma síntese das correlações entre principais autores, instituições e países na pesquisa sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem.

Figura 4 – Correlação entre principais autores, instituições e países na pesquisa sobre o GeoGebra



Fonte: Dados da pesquisa.

A imagem apresenta um gráfico de rede que ilustra as colaborações científicas entre autores e instituições de diversas regiões geográficas. À esquerda, encontram-se os nomes dos

³ SCP: publicações de um único país

⁴ MCP: publicações de vários países

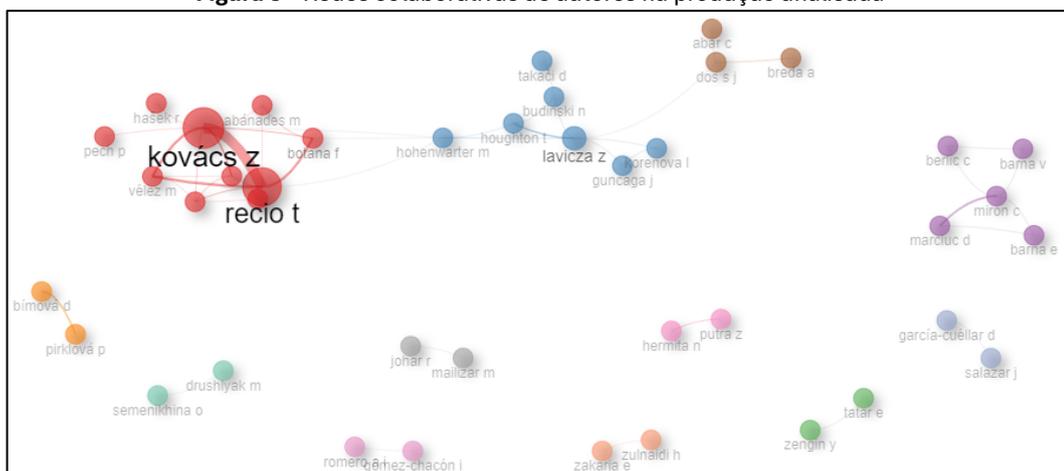


autores, indicados por barras coloridas e listados verticalmente, e à direita, as instituições com as quais estes autores estão associados, também representadas por barras coloridas e listadas verticalmente. As cores das barras das instituições correspondem a diferentes países, permitindo uma rápida identificação geográfica. Conexões cinza-claro entre autores e instituições atravessam o gráfico, denotando as colaborações. A densidade das linhas pode sugerir o volume de colaborações entre um autor e as instituições ou entre instituições de diferentes países.

4.3 A estrutura social nas pesquisas sobre o GeoGebra

Outro objetivo do estudo foi explorar os padrões de colaboração científica na pesquisa internacional sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem. Nesse sentido, descrevemos a rede colaborativa dos autores na produção analisada. Na Figura 5, podemos observar 12 grupos de coautoria, dos quais a maioria é formada por pares de autores de um mesmo país, um resultado que dialoga com o índice Publicações de um único país, da Tabela 4. Dos 4 grupos restantes, temos 3 que dialogam nas suas produções, liderados por principais autores, que viemos de citar, como Kovács e Recio, os quais têm uma relação mais forte de trabalho em coautoria vinculado ao grupo liderado por Lavicza e Hohenwarter – este último tem uma relação com o grupo de Abar. Nesses grupos podemos identificar autores de diversos países, como Espanha, Brasil e Áustria, o que reforça as informações anteriores de que esses países têm uma produção de autores multinacionais.

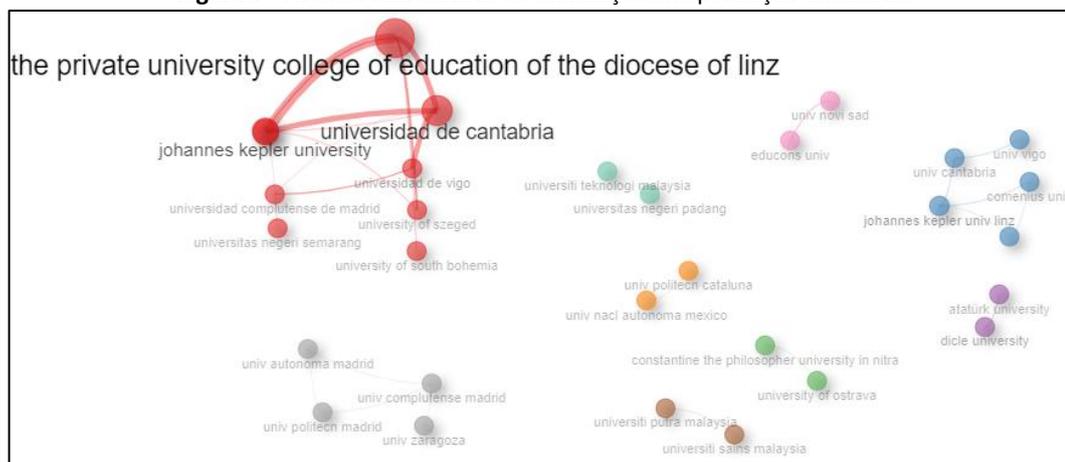
Figura 5 – Redes colaborativas de autores na produção analisada



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 6 mostra as redes de colaboração científica para instituições com 3 ou mais publicações em conjunto. A composição dos grupos reflete colaborações mais frequentes entre os países. Instituições da Espanha e Áustria – The Private University College of Education of the Diocese of Linz, Johannes Kepler University, Universidad de Cantábria e Universidad Complutense de Madrid – são as que mais dialogam entre si e com outras instituições.

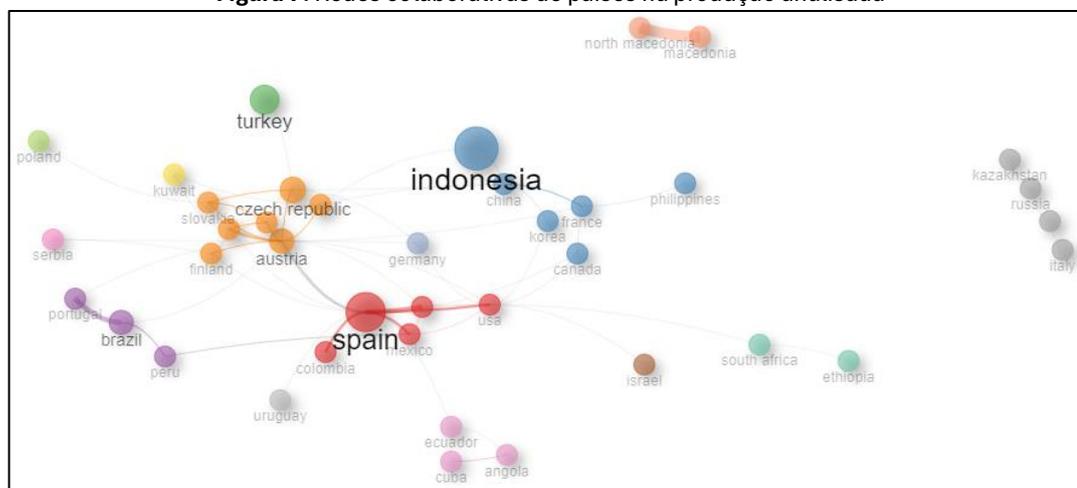
Figura 6 – Redes colaborativas de instituições na produção analisada



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 7 oferece uma representação visual das redes de colaboração científica na temática pesquisada.

Figura 7. Redes colaborativas de países na produção analisada



Fonte: Dados da pesquisa.

O mapa mostra grupos colaborativos determinados principalmente pela proximidade da linguagem ou de outros fatores políticos e sociais. Dentre esses, temos três grupos focais ao



redor de três países que são núcleos dessa rede: Indonésia, Espanha e Áustria. Temos, ainda, dois grupos de países isolados – Macedônia e o grupo de Rússia e Itália.

4.4 Estrutura intelectual nas pesquisas sobre o GeoGebra: principais fontes, áreas e publicações

As 1.333 publicações incluídas neste estudo foram publicadas em 508 fontes, entre periódicos e anais de congressos. As publicações foram escritas em diversos idiomas, tais como alemão, búlgaro, chinês, croata, eslovaco, espanhol, francês, inglês, italiano, português, romeno, russo, tcheco, turco e ucraniano. Das publicações, 88% foram em inglês; 6%, em espanhol; e 3%, em português – o percentual restante é dividido nos demais idiomas. A Tabela 5 classifica, com base no número de publicações, as 15 principais fontes, entre periódicos e anais, que publicam pesquisas sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem.

Tabela 5 – Fontes na pesquisa sobre o GeoGebra

Fonte	País
Journal of Physics : Conference Series	Reino Unido
Aip Conference Proceedings	Estados Unidos
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	Reino Unido
International Journal for Technology in Mathematics Education	Reino Unido
Ceur Workshop Proceedings	Alemanha
Lecture Notes in Computer Science	Suíça
Bolema – Mathematics Education Bulletin	Brasil
Mathematics in Computer Science	Suíça
Proceedings of The Asian Technology Conference in Mathematics	Estados Unidos
Education and Information Technologies	Suíça
Mathematics	Suíça
Communications in Computer and Information Science	Alemanha
Educación Matematica	México
Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	Reino Unido
Advances In Intelligent Systems And Computing	Alemanha

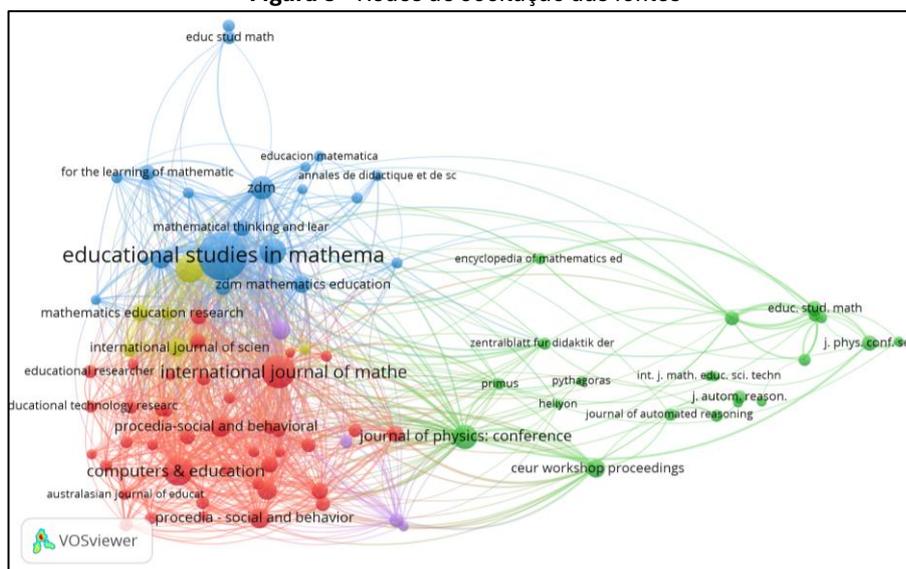
Fonte: Dados da pesquisa.

No geral, as principais fontes abordam uma variedade temática com relação à Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação. A maioria das publicações centraliza a produção no idioma inglês – as demais, em português e espanhol –, o

que poderia explicar o fato de haver maior contribuição desses países nesse idioma. Os resultados da análise de cocitação entre as fontes – tendo como parâmetro ter 20 ou mais citações – ilustram que a investigação sobre o GeoGebra assenta o conhecimento produzido em 5 campos, que chamaremos de *clusters*⁵ inter-relacionados.

Os cinco *clusters* que aparecem juntos estão altamente interligados. Assim sendo, iremos caracterizar as temáticas abordadas em cada um deles. O *cluster* verde é um agrupamento de fontes que, embora apresentem nodos distantes, caracterizam-se por trabalhar com temáticas mais ao uso do GeoGebra na produção e no estudo de matemática no interior do seu campo. O *cluster* azul é mais preocupado em abordar a temática das pesquisas do uso didático do GeoGebra para o ensino e a aprendizagem da matemática na sala de aula. O *cluster* amarelo aborda temáticas sobre o uso do GeoGebra na formação inicial e continuada de professores. O *cluster* vermelho, focado nas temáticas das implicações da computação e das tecnologias da informação e comunicação, entre essas o GeoGebra, para no campo educativo; e, finalmente, temos o *cluster* roxo, que prioriza publicações com foco nas tecnologias emergentes, como as móveis, no ensino e na aprendizagem. A Figura 8 apresenta os referidos *clusters* formados pela cocitação das fontes, e a Figura 9 apresenta os clusters a partir das referências.

Figura 8 – Redes de cocitação das fontes

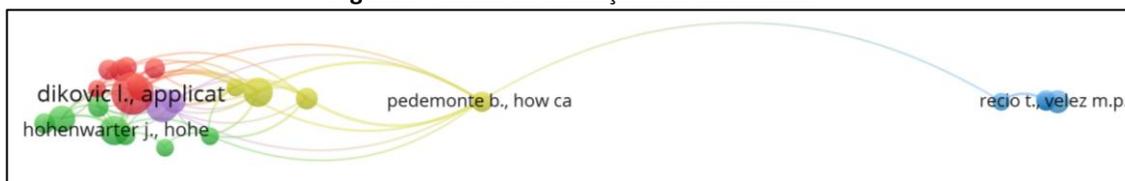


Fonte: Dados da pesquisa.

⁵ *Cluster* é um termo em inglês que significa “aglomerar” ou “aglomeração” e pode ser aplicado em vários contextos. Cada estação é denominada “nodo” e, combinadas, formam o *cluster*.



Figura 9 – Redes de cocitação das referências



Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 6 fornece uma lista dos 10 artigos mais influentes nas publicações analisadas.

Tabela 6 – Referências mais citadas nas pesquisas sobre o GeoGebra

#	Referência
1	DIKOVIĆ, Ljubica, Applications geogebra into teaching some topics of mathematics at the college level. Computer Science and Information Systems , v. 6, n. 2, p. 191-203, 2009.
2	TATAR, Enver; ZENGIN, Yılmaz. Conceptual Understanding of Definite Integral with GeoGebra. Computers in the Schools , v. 33, n. 2, p. 120-132, 2016.
3	HOHENWARTER, Judith; HOHENWARTER, Markus; LAVICZA, Zsolt. Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: the case of GeoGebra. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching , v. 28, n. 2, p. 135-146, 2009.
4	ZENGIN, Yılmaz. Examination of the constructed dynamic bridge between the concepts of differential and derivative with the integration of GeoGebra and the ACODESA method. Educational Studies in Mathematics , v. 99, n. 3, p. 311-333, 2018.
5	PREINER ⁶ , Judith. Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: the case of GeoGebra . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). University of Salzburg, 2008. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15003.05921
6	RECIO, Tercio; VELEZ M. P. Automatic discovery of theorems in elementary geometry, Journal of Automated Reasoning , v. 23, p. 63-82, 1999.
7	TAKACI, Djurdjica; STANKOV, Gordana; MILANOVIC, Ivana. Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. Computers & Education , v. 82, p. 421-431, 2015.
8	ARCAVI, Abraham. The role of visual representations in the learning of mathematics, Educational Studies in Mathematics , v. 52, n. 3, p. 215-241, 2003. (Arcavi, 2003)
9	HOHENWARTER, Markus; LAVICZA, Zsolt. Mathematics teacher development with ict: towards an International GeoGebra Institute. Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics , v. 27, n. 3, p. 49-54, 2007.
10	HOHENWARTER, Markus; PREINER, Judith. Dynamic mathematics with geogebra, Journal for Online Mathematics and its Applications , v. 7, 2007.

Fonte: Dados da pesquisa.

O artigo mais influente em termos de citações é o estudo de Diković (2009) publicado na *Computer Science and Information Systems*. Nesse artigo são apresentadas novas tendências em tecnologia e aprendizagem através do GeoGebra, que podem ser especialmente importantes para o desenvolvimento futuro do *e-learning* e o ensino de matemática em nível universitário. Além disso, descreve-se uma experiência didática com estudantes de graduação que

⁶ Sobrenome de solteira de Judith Hohenwarter.

participaram de um método inovador de ensino e aprendizagem de uma parte do cálculo apoiado pelo GeoGebra. A análise confirmou o fato de que o uso de recursos criados com a ajuda do GeoGebra e utilizados no ensino do cálculo diferencial teve um efeito positivo na compreensão dos alunos.

O segundo artigo mais influente é de autoria de Tatar e Zengin (2016). Esse estudo teve como objetivo determinar o efeito de um método de instrução assistido por computador e que utiliza o GeoGebra na formação de futuros professores de matemática do ensino secundário; abordar o conceito de integral definida; e emitir opiniões sobre o método analisado. Além disso, após a análise, foi verificado pelos pesquisadores que esse método, especificamente, facilita o aprendizado conceitual da relação entre a soma inferior, a soma superior e a soma de Riemann. Os futuros professores afirmaram que esse método deve ser usado em cursos de matemática, pois cria um ambiente mais interativo e interessante sobre os saberes matemáticos abordados e proporciona melhor visualização e oportunidades para aprender em vez de memorizar (Tatar & Zengin, 2016).

O artigo de Hohenwarter, Hohenwarter e Lavicza (2009) é o terceiro mais influente. Nesse artigo os autores tiveram como objetivo identificar os impedimentos mais comuns relacionados ao uso do GeoGebra na sala de aula. Esse estudo identificou os desafios enfrentados pelos participantes – professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio – durante as oficinas e avaliou os níveis de dificuldade das ferramentas do GeoGebra para eles. A análise do estudo forneceu uma base para o desenvolvimento de vários novos materiais, auxiliou nas atividades das oficinas e contribuiu para a melhoria dos minicursos introdutórios ao uso do GeoGebra.

O artigo de Zengin (2018a) foi o quarto mais influente. Nesse artigo teve-se como objetivo explorar o modo como estudantes universitários constroem a relação entre os conceitos de diferencial e derivada com a integração do GeoGebra e do método ACODESA. Os participantes desse estudo foram 33 professores de matemática em formação. Como resultado da análise, constatou-se que os participantes construíram a relação entre os conceitos de diferencial e derivada bem como os conceitos de tangente e inclinação, utilizando-os sob uma perspectiva geométrica. Devido à integração do GeoGebra e do método ACODESA, os participantes exploraram as relações entre mudança verdadeira, mudança estimada e erro, utilizando a interpretação geométrica do conceito de diferencial. Verificou-se que, com esse método, eles deduziram que Δx e dx eram dois símbolos diferentes para a mesma variável.

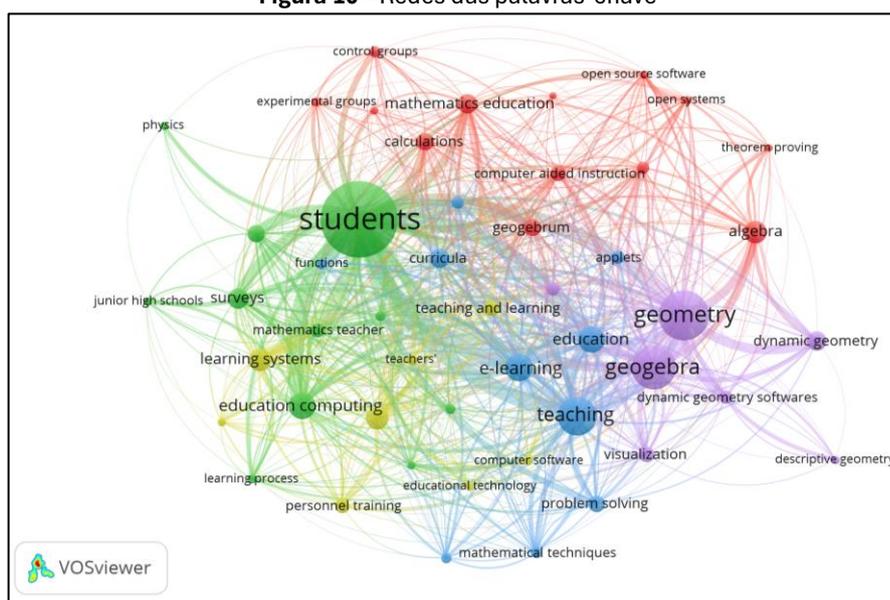


A quinta produção mais influente é a dissertação de mestrado de Preiner (2008), a qual teve como objetivo identificar abordagens eficazes para a introdução do GeoGebra para professores de matemática do ensino secundário e desenvolver materiais instrucionais correspondentes para o desenvolvimento profissional na utilização desse *software*. No estudo de Preiner foram identificadas dificuldades e impedimentos frequentes que surgem durante o processo de introdução – bem como ferramentas e recursos desafiadores do GeoGebra. Os materiais instrucionais derivados da análise no estudo fornecerão uma base para o futuro desenvolvimento profissional com o GeoGebra oferecido pelo Instituto GeoGebra Internacional, com o objetivo de apoiar professores de matemática que gostariam de integrar eficazmente esse *software* de matemática dinâmica nas suas práticas de ensino.

Nesse cenário, podemos considerar que os artigos mais influentes na produção analisada têm como foco a formação inicial e continuada dos professores de matemática. Outro assunto a destacar é a abordagem de conceitos do cálculo diferencial e integral. Por meio da leitura desses estudos, avaliamos que o interesse desse tema é pela conexão bidirecional que o GeoGebra oferece para o tratamento dos conceitos matemáticos a partir das representações algébricas e geométricas em uma mesma interface.

4.5 Estrutura conceitual das principais temáticas de pesquisa com GeoGebra

Nossa análise bibliométrica revelou a presença de 2.743 palavras-chave de autor e 2.314 Palavras-chave Plus nas publicações analisadas. A Figura 10 apresenta os resultados da análise de coocorrência desse conjunto de palavras-chave com uma ocorrência de 10 ou mais vezes. A análise sugere que a investigação sobre o GeoGebra abordou 5 temáticas de investigação diferentes, a serem descritas nos *clusters*, como mostramos a seguir.

Figura 10 – Redes das palavras-chave


Fonte: Dados da pesquisa.

As pesquisas agrupadas no *cluster* vermelho referem-se a produções com foco no uso do GeoGebra em grupos experimentais e focais para a demonstração de teoremas e instrução computacional para o cálculo algébrico. O *cluster* verde é representante de pesquisa com foco maior nos impactos do GeoGebra nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes e na formação inicial e continuada de professores de matemática. O *cluster* amarelo aglomera a produção com ênfase em sistemas de ensino e aprendizagem com uso do GeoGebra em geral e contém trabalhos que focalizam temas gerais.

O *cluster* azul claro reflete pesquisas realizadas sobre o GeoGebra e sua inserção nos currículos e no sistema de *e-learning*. Finalmente, o *cluster* roxo reúne uma série de trabalhos que focam o GeoGebra como um SGD, no qual potencializam ciclos de provas e validação de teoremas ou problemas matemáticos. Esse último *cluster* se aproxima com trabalhos dos *clusters* vermelho e azul.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar e analisar a literatura científica com uma revisão bibliométrica para encontrar os principais temas, autores e fontes; as publicações mais citadas; e os países onde mais se publicou sobre a integração do GeoGebra nos processos de



ensino e aprendizagem. Para isso, foi realizada uma abordagem bibliométrica descritiva para revelar o desenvolvimento da temática da pesquisa desde a criação do *software* até hoje, em termos de trajetória de desenvolvimento e estrutura social, intelectual e conceitual.

Com a análise da estrutura social da investigação sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem, desvelamos os padrões de colaboração acadêmica de países, instituições e investigadores na área – a colaboração foi examinada através de uma série de análises de coautoria das publicações. Os *clusters* representam as redes de colaboração científica, que foram interpretadas como grupos de autores, instituições ou países que frequentemente coproduzem investigação sobre a temática.

Por meio da análise da estrutura intelectual do tema pesquisado, foi gerada a rede de citação de fontes, quais sejam, periódicos acadêmico-científicos – quanto mais duas fontes são citadas juntas, mais fortes são suas relações de citação e sua afinidade teórica e semântica. Com o estudo da estrutura conceptual da investigação sobre o GeoGebra, foram desveladas, através de uma análise de rede de coocorrência, as palavras-chave que ocorrem com mais frequência nas publicações selecionadas. Os grupos de palavras-chave concomitantes representam neste estudo os focos ou temas de investigação que foram abordados na literatura analisada sobre o GeoGebra nos últimos 21 anos.

Nesse cenário, conseguimos identificar quais autores e fontes lideram a literatura sobre o GeoGebra no ensino e na aprendizagem e quais artigos são mais citados. Verificamos também quais os principais temas pesquisados, quais países mais contribuem para a produção científica e quais palavras são mais utilizadas na literatura sobre o GeoGebra na área educacional. Para isso, fizemos uso de mapas bibliográficos e tabelas dos dados, juntamente com as estruturas citadas anteriormente, e constituímos um panorama do alicerce de conhecimento para o GeoGebra no ensino e na aprendizagem.

Foram identificadas na análise 5 abordagens principais de pesquisas com GeoGebra. A primeira foca o uso do *software* em grupos experimentais para demonstração de teoremas e instrução computacional em cálculo algébrico. A segunda tem o interesse nos impactos do GeoGebra no ensino, na aprendizagem e na formação de professores de matemática. A terceira destaca trabalhos sobre sistemas de ensino com o GeoGebra e abrange temas gerais. A quarta aborda a inserção do GeoGebra nos currículos e nos sistemas de *e-learning* e, finalmente, a quinta abordagem concentra-se no uso do GeoGebra como SGD.

Estudos futuros também podem examinar recortes específicos de trabalhos de cada país, periódicos e anais de congresso para descobrir caminhos de desenvolvimento individuais na investigação sobre o GeoGebra. No entanto, argumentamos que a abordagem de pesquisa adotada neste estudo fornece uma forma valiosa de mapear a investigação sobre o uso desse *software* de matemática dinâmica e acreditamos que o presente estudo fornece *insights* interessantes e uma revisão ampla – até a data do desenvolvimento – do estado atual das pesquisas que envolvem o GeoGebra em publicações indexadas em Scopus e WoS.

REFERÊNCIAS

ARCAVI, A. The role of visual representations in the learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 52, n. 3, p. 215–241, 2003.
<https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>.

ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.

BAKI, Adnan; GUVEN, Bulent. Khayyam with Cabri: experiences of pre-service mathematics teachers with Khayyam’s solution of cubic equations in dynamic geometry environment. **Teaching Mathematics and its Applications**, v. 28, n. 1, p. 1–9, 2008.
<https://doi.org/10.1093/teamat/hrp001>.

COBO, M. J.; LÓPEZ-HERRERA, A. G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1382–1402, 2011.
<https://doi.org/10.1002/asi.21525>.

CRUZ, Marcos Paulo Mesquita Da; SILVA, Everton Nogueira; HOLANDA FILHO, Ivan De Oliveira; BASTOS, Lorena Maria Gomes. GeoGebra: um estudo bibliométrico a partir da Plataforma WEB OF SCIENCE. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 11, n. 1, p. 022–036, 2022. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2022.v11i1p022-036>.

DENNIS, David; CONFREY, Jere. Drawing logarithmic curves with Geometer’s sketchpad: a method inspired by historical sources. In: KING, J. R.; SCHATTSCHNEIDER, D. (org.). **Geometry turned on!** Washington: MAA, 1997. p. 147–156.

DIKOVIĆ, Ljubica. Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. **Computer Science and Information Systems**, v. 6, n. 2, p. 191–203, 2009.
<https://doi.org/10.2298/CSIS0902191D>.

DRIJVERS, Paul; SINCLAIR, Nathalie. The role of digital technologies in mathematics education:



purposes and perspectives. **ZDM – Mathematics Education**, 2023.
<https://doi.org/10.1007/s11858-023-01535-x>.

FATHURRAHMAN, Fathurrahman; FITRAH, Muh. Software Geogebra pada Pembelajaran Matematika: Studi Literatur. **Jurnal Ilmiah Matematika Realistik**, v. 4, n. 1, p. 33–40, 2023.
<https://doi.org/10.33365/ji-mr.v4i1.2497>.

GROOS, Ole V.; PRITCHARD, Alan. DOCUMENTATION NOTES. **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 344–349, 1969. <https://doi.org/10.1108/eb026482>.

HAŠEK, Roman; ZAHRADNÍK, Jan. Study of historical geometric problems by means of CAS and DGS. **International Journal for Technology in Mathematics Education**, v. 22, n. 2, p. 53–58, 2015. https://doi.org/10.1564/tme_v22.2.02.

HERNÁNDEZ-TORRANO, Daniel; KARABASSOVA, Laura; IZEKENOVA, Zhanna; COURTNEY, Matthew G. R. Mapping education research in post-Soviet countries: A bibliometric analysis. **International Journal of Educational Development**, v. 87, p. 102502, 2021.
<https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102502>.

HUANG, Ying; ZHU, Donghua; LV, Qi; PORTER, Alan L.; ROBINSON, Douglas K. R. et al. Early insights on the Emerging Sources Citation Index (ESCI): an overlay map-based bibliometric study. **Scientometrics**, v. 111, n. 3, p. 2041–2057, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2349-3>.

ISODA, Masami. Inquiring mathematics with history and software. In: FAUVEL, J.; VAN MAANEN, J. (org.). **History in Mathematics Education. New ICMI Study Series**. [s.l.] : Springer, 2002. p. 351–358. https://doi.org/10.1007/0-306-47220-1_10.

JANKVIST, Uffe Thomas; GERANIOU, Eirini. “Whiteboxing” the Content of a Formal Mathematical Text in a Dynamic Geometry Environment. **Digital Experiences in Mathematics Education**, v. 7, n. 2, p. 222–246, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00088-6>.

MCGOVERN, Enda; MOREIRA, Gerardo; LUNA-NEVAREZ, Cuauhtemoc. An application of virtual reality in education: Can this technology enhance the quality of students’ learning experience? **Journal of Education for Business**, v. 95, n. 7, p. 490–496, 2020.
<https://doi.org/10.1080/08832323.2019.1703096>.

MEADOWS, Michelle; CANIGLIA, Joanne. That Was Then...This is Now: Utilizing the History of Mathematics and Dynamic Geometry Software. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 198–212, 2021.
<https://doi.org/10.46328/ijemst.1106>.

MILIAN, Eduardo Z.; SPINOLA, Mauro De M.; CARVALHO, Marly M. De. Fintechs: A literature review and research agenda. **Electronic Commerce Research and Applications**, v. 34, p. 100833, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ele rap.2019.100833>.

OWOLABI, Titilayo Abimbola; SAJJAD, Muhammad. A global outlook on multi-hazard risk analysis: A systematic and scientometric review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 92, p. 103727, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103727>.

ROEMER, Robin Chin; BORCHARDT, Rachel. **Meaningful Metrics: A 21st Century Librarian's Guide to Bibliometrics, Altmetrics, and Research Impact**. [s.l.] : Association of College and Research Libraries, a division of the American Library Association, 2015.

SOUSA, Giselle Costa de. Experiências com GeoGebra e seu papel na aliança entre HM, TDIC e IM. **REMATEC**, v. 16, n. 37, p. 140–159, 2021. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n37.p140-159.id310>.

TATAR, Enver; ZENGIN, Yilmaz. Conceptual Understanding of Definite Integral with GeoGebra. **Computers in the Schools**, v. 33, n. 2, p. 120–132, 2016. <https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1177480>.

THOMSEN, Marianne. Working with Euclid's geometry in GeoGebra – experiencing embedded discourses. **Bringing Nordic mathematics education into the future: Proceedings of NORMA 20, The Ninth Nordic Conference on Mathematics Education**, n. 2020, p. 257–265, 2021.

ZENGIN, Yilmaz. Incorporating the dynamic mathematics software GeoGebra into a history of mathematics course. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 49, n. 7, p. 1083–1098, 2018a. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1431850>.

ZENGIN, Yilmaz. Examination of the constructed dynamic bridge between the concepts of differential and derivative with the integration of GeoGebra and the ACODESA method. **Educational Studies in Mathematics**, v. 99, n. 3, p. 311–333, 2018b. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9832-5>.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (Fapespa) e da Universidade Federal do Pará

COMO CITAR - ABNT

SÁNCHEZ, Ivonne C.; CASTILLO, Luis Andrés; LOPES, Thiago Beirigo. Revisão e análise bibliométrica sobre o GeoGebra em pesquisas e ensino da matemática. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, . 19, n.33, e23002, jan./dez.,2023. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v19.n33.3728>

COMO CITAR - APA

Sánchez, I. C., Castillo, L. A., & Lopes, T. B. (2023). Revisão e análise bibliométrica sobre o GeoGebra em pesquisas e ensino da matemática. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 19(33), e23002. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v19.n33.3728>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International* ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)) . Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



HISTÓRICO

Submetido: 30 de janeiro de 2023.

Aprovado: 15 de março de 2023.

Publicado: 22 de abril de 2023.
