

## O uso da tecnologia de Realidade no ensino de Geometria Espacial: uma revisão sistemática de literatura

### *The GeoGebra Software and the Learning of Spatial Geometry: a systematic literature review*

Fredson Soares<sup>1</sup>

José Rogério Santana<sup>2</sup>

Francisco Herbert Vasconcelos<sup>3</sup>

#### RESUMO

*Com a inserção das tecnologias na educação, softwares são desenvolvidos para promover interação entre as pessoas e apoiar os processos de ensino de aprendizagem. Nesse contexto, o presente artigo objetiva mapear estudos acerca da utilização da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) por meio do software GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial. Na parte metodológica, esta aconteceu em três etapas fundamentada em Kitchenham (2004), sendo elas: a primeira etapa (planejamento), destinada a construção da “string de busca” utilizando palavras-chave relacionadas a temática estudada; a segunda etapa (condução), testagem da “string de busca” nas bases de dados selecionadas: Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, SciELO, Science Direct e Scribd, no período de 2015 a 2023 e a produção do relato ou relatório final do estudo. Após aplicação dos critérios de inclusão e dos critérios de exclusão, foram selecionados na etapa final da filtragem 43 estudos. Destes, foi observado a utilização do software GeoGebra no ensino e aprendizagem de Geometria Espacial na Educação Básica, mas em sua maioria na versão para computador, ou seja, trabalhando a visualização 2D, embora tenha se observado trabalhos desenvolvidos com a utilização da RA por meio do GeoGebra a partir de 2021, comprovando dessa forma uma expansão da RA corroborando com Cardoso (2014). Portanto, embora tenha-se observado a existência de outros softwares no ensino de Geometria, o GeoGebra obtido gratuitamente em seu site oficial, por meio da tecnologia de RA contribui para o desenvolvimento da habilidade de visualização importante para a formação de conceitos geométricos.*

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada; GeoGebra; Aprendizagem; Geometria Espacial.

#### ABSTRACT

*With the insertion of technologies in education, software is developed to promote interaction between people and support the teaching and learning processes. In this context, this article aims to map studies on the use of Augmented Reality (AR) technology through the GeoGebra software for teaching Spatial Geometry. In the methodological part, this took place in three stages based on Kitchenham (2004), namely: the first stage (planning), aimed at building the “search string” using keywords related to the topic studied; the second stage (conduction), testing the “search string” in the selected databases: Google Scholar, CAPES Periodicals, SciELO, Science Direct and Scribd, from 2015 to 2023 and producing the report or final report of the study. After applying the inclusion criteria and exclusion criteria, 43 studies were selected in the final filtering stage. Of these, the use of the GeoGebra software in teaching and learning Spatial Geometry in Basic Education was observed, but mostly in the computer version, that is, working with 2D visualization, although work developed using AR through of GeoGebra from 2021, thus proving an expansion of AR, corroborating Cardoso (2014). Therefore, although the existence of other software in Geometry teaching has been observed, GeoGebra, obtained free of charge on its*

<sup>1</sup>. Doutorando em Ensino – RENOEN (UFC), mestre em Tecnologia Educacional na Universidade Federal do Ceará (UFC) e mestre em Ciências da Educação pela Universidade Interamericana em Assunção-PY 2016. Professor efetivo da rede municipal de ensino do município de Palhano-Ce. E-mail: fredson.fisica@gmail.com

<sup>2</sup>. Mestre e Doutor em Educação com área de pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias Digitais pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-doutor pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na linha de Pesquisa História da Educação. Professor Associado da Universidade Federal do Ceará na Faculdade de Educação (FACED/UFC). <https://orcid.org/0000-0002-8327-5864>

<sup>3</sup>. Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC), Graduado na área de Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e Doutorado em Engenharia de Teleinformática, também pela Universidade Federal do Ceará (UFC). <https://orcid.org/0000-0003-4896-9024>

*official website, through AR technology contributes to the development of visualization skills, which are important for the formation of geometric concepts.*

**Keywords:** *Augmented Reality; GeoGebra; Learning; Space Geometry.*

## 1. Introdução

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm ganhado espaço e viabilizado o desenvolvimento de diferentes *softwares* que ampliam esse espaço para outros aparelhos, como tablets e celulares (smartphones). Embora algumas escolas ainda não tenham incorporado as TDIC no contexto escolar, sua importância é notória e já expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9394/96 em seu Art. 36, ao incentivar a introdução das tecnologias nos diferentes níveis de ensino, para que os educandos “dominem os princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (BRASIL, 1996).

Percebe-se não haver limites para promover um espaço educativo que outrora só existiria se seus atores, professores e estudantes, estivessem fisicamente presentes no mesmo espaço, fato este que, com a pandemia da COVID – 19, SARS-CoV-2, as instituições escolares necessitaram integrar as TDIC no contexto escolar e manter o ensino, não permitindo que a educação parasse. Para Valente (2014, p. 145), “as TDIC podem ser utilizadas na busca da informação de que o aprendiz necessita, apresenta-se como recurso eficiente na busca e acesso à informação”.

A utilização de *softwares* educacionais nos ambientes escolares desenvolve nos estudantes a potencialidade de participar de forma ativa e efetiva dos processos de ensino e de aprendizagem, proporcionando a construção de saberes de forma significativa ao encontro da teoria de David Ausubel (2003). Tal fato corrobora com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), ao destacar que “a tecnologia na escola deve encontrar espaço próprio no aprendizado escolar, de forma semelhante ao que aconteceu com as ciências, constituindo-se em instrumento de cidadania” (BRASIL, 1997, p. 50).

Em busca da diversificação da prática pedagógica dos professores, contribuir para a formação continuada destes profissionais e o desenvolvimento de uma imagem positiva da Matemática fazendo uso da tecnologia, foi a grande motivação para este estudo. De acordo com Moran (2006, p. 2), precisamos repensar todo o processo, reaprender a ensinar, a estar com os alunos, a orientar atividades, a definir o que vale a pena fazer para aprender, juntos ou separados. E o uso das TDIC favorece a democratização do acesso à informação, a troca de experiências para a compreensão crítica da realidade, por meio da criação de uma rede de conhecimentos. (ALMEIDA, 2005, p. 110).

Diante do exposto, da relevância e carência de pesquisas sobre a temática abordada que trata da importância de “utilização da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) por meio do *software*

GeoGebra para a aprendizagem de Geometria Espacial”, evidenciou-se a necessidade de organizar a presente Revisão Sistemática de Literatura (RSL) de trabalhos já publicados nas seguintes bases de dados: Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico, *SciELO*, *Science Direct* e *Scribd*. no período de 2015 a 2023. A busca nas bases supracitadas, visou mapear pesquisas que abordam a tecnologia de RA por meio do GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial.

No entanto, acerca da importância e utilização de *softwares* de Geometria Dinâmica, estes como suporte tecnológico permite o desenho, a manipulação e a construção de objetos geométricos, facilitando a exploração de conjecturas e a investigação de relações que precedem o uso do raciocínio formal (PONTE; BROCADO; OLIVEIRA, 2006, p. 83). Já de acordo do D’Ambrósio (1986, p. 25), “a adoção de uma forma de ensino dinâmico, mais realista e menos formal, mesmo no esquema de disciplinas tradicionais, permitirá atingir objetivos mais adequados à nossa realidade”, evidenciando-se dessa forma a relevância do GeoGebra como suporte metodológico para aprendizagem em Geometria Espacial.

Dentre as várias possibilidades de *softwares* educacionais voltados ao ensino de uma Matemática Dinâmica, destaca-se aqui o GeoGebra que é definido por Basniak e Estevam (2014, p. 13) como: “um *software* de Matemática dinâmico, gratuito e multiplataforma, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único GUI (do inglês, *Graphical User Interface*, ou do português Interface Gráfica do Utilizador)”. A partir de 2018 o GeoGebra ganha a função de RA favorecendo a visualização e a internalização de conceitos geométricos. No tocante ao conceito de RA, Azuma (2001, p. 34), define como sendo “a variação de um ambiente virtual que projeta objetos sobrepostos em composição com a realidade mundana suplementando-a, ao invés de complementá-la ou substituí-la”;

Nesse ínterim, a RA pode contribuir nos processos de ensino criando melhores condições na representação visual, conforme afirmam Bucioli e Lamounier (2014), que destacam que é possível que elas entreguem à educação geométrica os recursos didáticos mais adequados para apoiar a aprendizagem de conteúdos que necessitam da habilidade de visualização, corroborando com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), que destacam a existência de recursos que funcionam como ferramentas de visualização, imagens que, por si mesmas, permitem compreensão, demonstração de uma relação, regularidade (BRASIL, 2017).

De acordo com Valente (2014, p. 30), “a mudança pedagógica que todos almejam é a passagem de uma educação totalmente baseada na transmissão da informação, na instrução, para a criação de ambientes de aprendizagem nos quais o aluno constrói seu conhecimento”, porém sendo importante destacar a importância do professor na mediação das atividades que favorecerá a construção de saberes, tornando dessa forma os alunos protagonistas de sua aprendizagem.

Quanto a organização desta RSL, optou-se por dividi-la em seções. Na primeira seção destaca-se a introdução, onde é feita a contextualização do tema em estudo, apresentado o objetivo geral, a motivação e justificativa. Na segunda seção, aborda-se a metodologia da RSL que é apresentada de forma detalhada fundamentada em Kitchenham (2004). Em seguida na terceira seção, é apresentado de forma detalhada os resultados coletados a partir do estudo realizado dos artigos selecionados. Na quarta seção, é realizado as discussões sobre as principais contribuições do *Software GeoGebra* no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. E por fim, na quinta seção, são apresentadas as conclusões a partir da análise dos estudos selecionados e as perspectivas para trabalhos futuros.

## 2. Metodologia

Para realizar este trabalho optou-se pela metodologia estado da arte que trata de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) fundamentada em Kitchenham (2004). Logo, por meio desta técnica acredita-se ser possível reunir as evidências necessárias para a realização de um estudo específico. Partindo dessa premissa, a partir dessas evidências será possível realizar a avaliação destas para se chegar a conclusões a partir das questões previamente elaboradas para esta pesquisa e na busca de respostas para as mesmas.

Para Kitchenham (2004), uma RSL é uma forma de estudo secundário que utiliza uma metodologia bem definida para identificar, analisar e interpretar todas as evidências disponíveis a respeito de uma questão de pesquisa particular de maneira imparcial e Repetível. (KITCHENHAM, CHARTERS, 2007).

Fundamentando-se em Kitchenham (2004), foram estabelecidas três etapas, sendo elas: planejamento, condução e produção do relato (relatório), conforme detalhado abaixo:

- Planejamento: Onde são definidas as informações do protocolo de revisão, como a questões de pesquisa, a *string* de busca e as bases de artigos que serão pesquisados;
- Condução: Quando a *string* de busca é aplicada nas diferentes bases, depois os artigos são filtrados, a partir dos critérios de exclusão e posteriormente, os dados dos artigos selecionados são extraídos e sintetizados;
- Relato: que trata-se da comunicação dos resultados da revisão através da publicação em artigo científico ou em relatórios técnicos ou em sessão de dissertação de mestrado ou de teses de doutorado.

Dessa forma, objetiva-se obter uma visão geral acerca dos trabalhos e pesquisas desenvolvidas sobre as aplicações do *software GeoGebra* e a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) no ensino de Geometria Espacial na educação básica, respondendo assim as questões elaboradas na etapa de planejamento. Logo, pretende-se refletir sobre a importância do GeoGebra a partir de

dispositivos móveis e suas contribuições para o ensino de Geometria Espacial, identificando as vantagens e desvantagens no trabalho com este *software*.

## 2.1 Questões da Pesquisa

Para produzir um RSL que possibilitasse uma visão geral sobre os estudos realizados anteriormente e que permitissem refletir sobre as contribuições do uso do *Software* GeoGebra e Realidade Aumentada no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial na Educação Básica, foram elaboradas as seguintes questões conforme apresentadas no quadro 01.

Quadro 01 – Questões de Pesquisa

Nº QUESTÃO DE PESQUISA	MOTIVAÇÃO
QP1 – Quais recursos tecnológicos são utilizados por professores para ensinar Geometria Espacial na Educação Básica?	Verificar recursos digitais utilizados pelos professores para favorecer os processos de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial;
QP2 – Quais dificuldades são apresentadas pelos alunos no estudo de Geometria Espacial na Educação Básica?	Refletir sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos no processo de ensino de Geometria Espacial;
QP3 – Quais as vantagens e desvantagens da utilização e uso do <i>software</i> GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial na Educação Básica?	Reconhecer o GeoGebra como um <i>Software</i> livre de Geometria Dinâmica para a aprendizagem de Geometria Espacial;
QP4 – Quais estudos utilizam o GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial?	Identificar estudos existentes na literatura que utilizam o GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial.
QP5 – Quais estudos utilizam a tecnologia de RA por meio do <i>software</i> GeoGebra no ensino de Geometria Espacial?	Mapear estudos e pesquisas existentes na literatura acerca da utilização da tecnologia de RA por meio do <i>software</i> GeoGebra no ensino de Geometria Espacial.

Fonte: Autores (2023).

## 2.2 Estratégia de Busca

A partir das questões de pesquisa, faz-se necessário a construção de uma *string* de busca, de modo que seja realizado uma cobertura de forma ampla de estudos publicados em bibliotecas digitais e em fontes importantes nas áreas da educação e ensino, das quais optou-se pelas seguintes: Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, *SciELO*, *Science Direct* e *Scribd*, no período de 2015 a 2023. Na formação da *string* foram utilizados os operadores lógicos “AND” e “OR”, com o objetivo de

combinar as palavras-chaves e obter o retorno dos trabalhos relacionados a temática objeto desse estudo.

Para realização das pesquisas nos sites de busca, foi primeiramente construída a *string* conforme mostrada no quadro 02.

Quadro 02 – *Strings* de Busca

<b>BASE DE DADOS</b>	<b>CHAVE</b>
Google Acadêmico	("GeoGebra" AND "Augmented Reality" AND "Spatial Geometry")
Periódicos da CAPES	("GeoGebra" AND "Augmented Reality" AND "Spatial Geometry")
SciELO	("GeoGebra" AND "Augmented Reality" AND "Spatial Geometry")
Science Direct	("GeoGebra" AND "Augmented Reality" AND "Spatial Geometry")
Scribd	("GeoGebra" AND "Augmented Reality" AND "Spatial Geometry")

Fonte: Autores (2023).

No quadro 02, destaca-se as bases de dados e a *string* construída para aplicação em cada uma das bases de dados citadas, combinando entre palavras-chave e seus respectivos sinônimos e fazendo uso dos operadores lógicos (OR) entre os sinônimos e o operador (AND) entre as palavras-chave. A partir da *string* apresentada no quadro 02, dá-se início a busca e seleção dos estudos para responder as questões da RSL, verificando os estudos que se adequam e respondem as questões formuladas e ao objetivo proposto. Como forma de delimitar e melhorar os resultados a serem alcançados, optou-se pela criação de critérios de inclusão e critérios de exclusão para a seleção dos estudos a fazerem parte desta RSL, apresentados no quadro 04.

Como critérios de inclusão, apresenta-se: estudos produzidos no período (2015-2023); estudos sobre o GeoGebra ligados à área de Matemática; estudos sobre o GeoGebra e Dispositivos Móveis na área de Matemática; estudos sobre o GeoGebra e Dispositivos Móveis na área de Matemática na Educação Básica e estudos disponibilizados gratuitamente na internet. Como critérios de exclusão, apresenta-se: Estudos não disponibilizados gratuitamente na base de dados; Estudos que não estejam nas línguas: portuguesa, inglesa ou espanhola. Estudos que não estão na área de Matemática; Estudos que não possuem aplicação na Educação Básica; Artigos de Revisão Sistemática da Literatura e finalmente estudos publicados antes de 2017.

Quadro 03 - Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão

<b>INCLUSÃO</b>	<b>EXCLUSÃO</b>
Estudos publicados no período de 2015 a 2023	Estudos não disponibilizados gratuitamente nas bases de dados selecionadas
Estudos sobre o GeoGebra e Realidade Aumentada ligados à unidade temática Geometria	Estudos que não estejam nas línguas: portuguesa, inglesa ou espanhola

Estudos sobre o GeoGebra e Realidade Aumentada no ensino de Geometria Espacial na Educação Básica	Estudos que não contemplam o ensino da unidade temática Geometria
Estudos sobre o GeoGebra e Dispositivos Móveis no ensino de Geometria Espacial	Estudos fora da área de Matemática (Geometria)
Estudos disponibilizados gratuitamente na internet	Artigos de Revisão Sistemática de Literatura
Artigos científicos, Trabalho de Conclusão de Curso, dissertações e teses	Estudos publicados antes de 2015.

Fonte: Produzida pelo autor (2023).

A partir dos critérios apresentados, um estudo será incluído na RSL levando em consideração a relevância destes considerando as questões formuladas previamente. Todavia, farão parte da pesquisa somente os trabalhos que estejam em consonância com os critérios estabelecidos e apresentados no quadro 03.

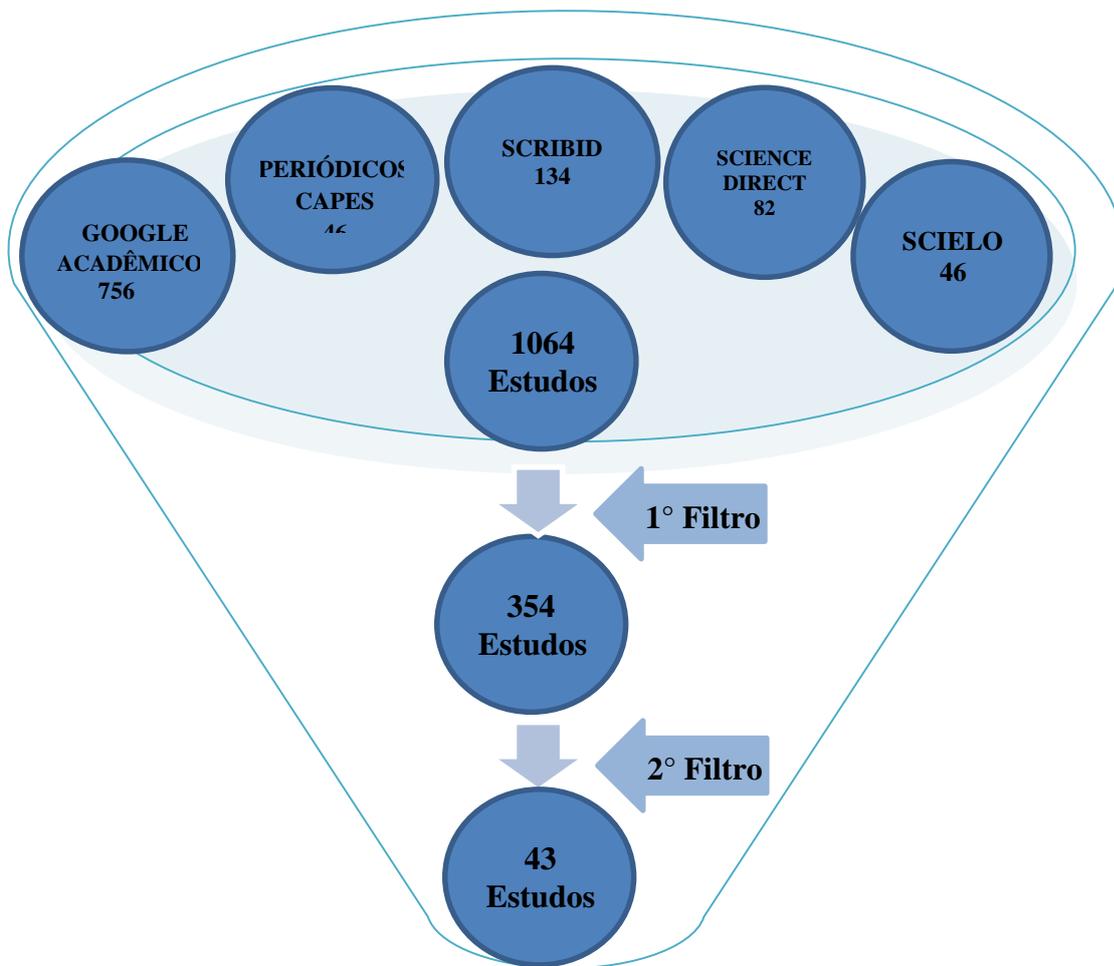
### 3. Resultados e Discussões

Esta seção destina-se a apresentação dos resultados, onde apresenta-se os estudos selecionados a partir das bases de dados ou bibliotecas digitais e em fontes importantes nas áreas da educação e ensino, das quais optou-se pelas seguintes: Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, *SciELO*, *Science Direct* e *Scribd*, no período de 2015 a 2023 e da *string* de busca “(Geogebra) AND (Augmented Reality) AND (Spatial Geometry)”. Os processos de obtenção e seleção dos estudos foram realizados de forma manual por meio das ferramentas de busca nas bases de dados supracitadas, após a formalização dos critérios de “inclusão e exclusão”.

#### 3.1 Processo de busca e seleção dos estudos

Na realização do processo de busca dos estudos/ trabalhos nesta RSL, foi inicialmente inserido a *string* de busca “(Geogebra) AND (Augmented Reality) AND (Spatial Geometry), em cada uma das seguintes bases de dados: Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, *SciELO*, *Science Direct* e *Scribd*. O quantitativo de estudos encontrados em cada uma das bases de dados ou bibliotecas digitais, encontram-se expostos na figura 01 abaixo representada.

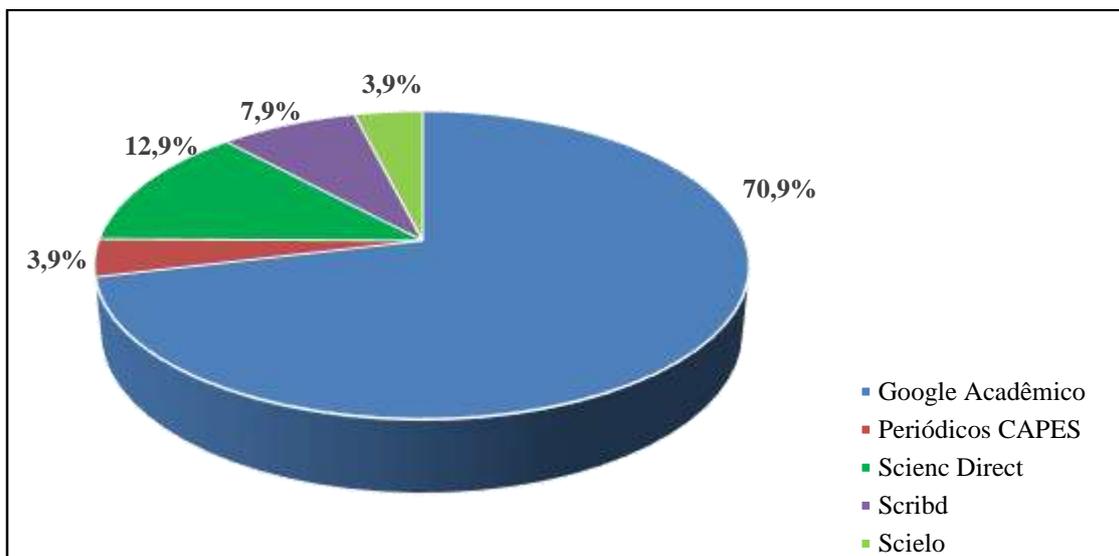
Figura 01 – Quantidade de estudos coletados nas fases da revisão sistemática



Fonte: Produzida pelo autor (2023).

Com base na figura 01, na busca inicial foram encontrados ao todo 1064 estudos, distribuídos nas 05 (cinco) bases de dados escolhidas e no espaço temporal definido. Após a realização do primeiro filtro, com base nos critérios de exclusão previamente estabelecidos, foram selecionados 354 estudos, conforme apresentado abaixo no gráfico 01.

Gráfico 01 – Percentual de estudos selecionados por base de dados no 1º filtro

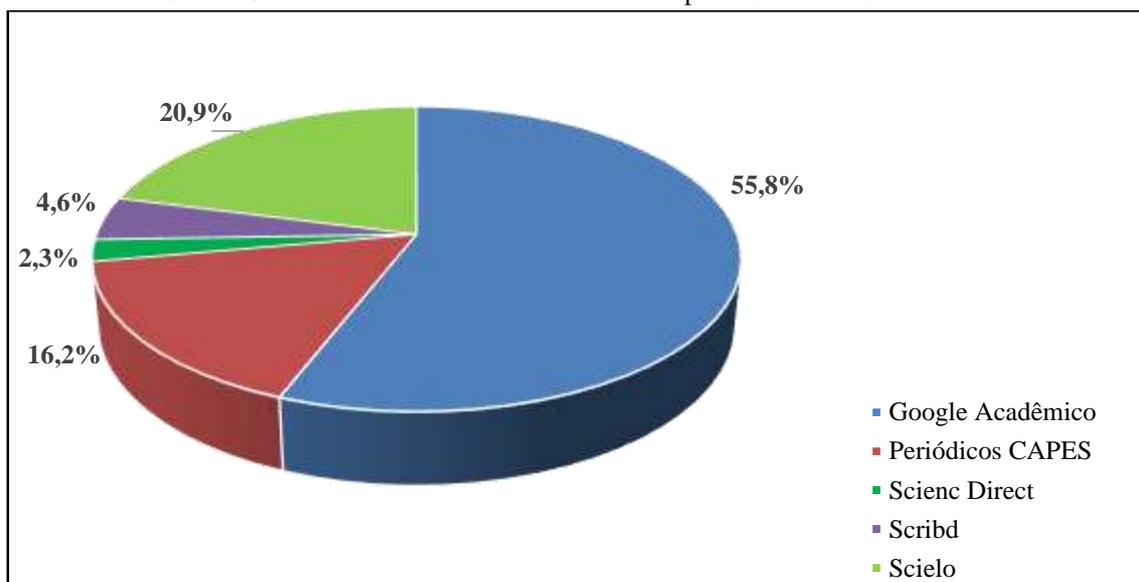


Fonte: Autores (2023).

Com base no gráfico 01, que apresenta o percentual de estudos selecionados por base de dados na etapa final, temos 70,9% dos estudos selecionados do Google Acadêmico, correspondendo a 251 estudos. Nas bases de dados, Periódicos da CAPES e *SciELO*, temos 3,9% em ambas as bases, correspondendo, portanto, a 4 estudos em cada uma. Na *Science Direct*, 12,9%, ou seja, 46 estudos e por fim, *Scribd* com 7,9%, equivalendo assim a 28 estudos.

Após análise dos estudos selecionados na primeira filtragem, a partir da leitura do título e resumo, é chegado o momento da 2ª filtragem e fase final da RSL, selecionando dessa forma 43 estudos, conforme apresentado logo abaixo no gráfico 02.

Gráfico 02 – Percentual de estudos selecionados por base de dados no 2º filtro

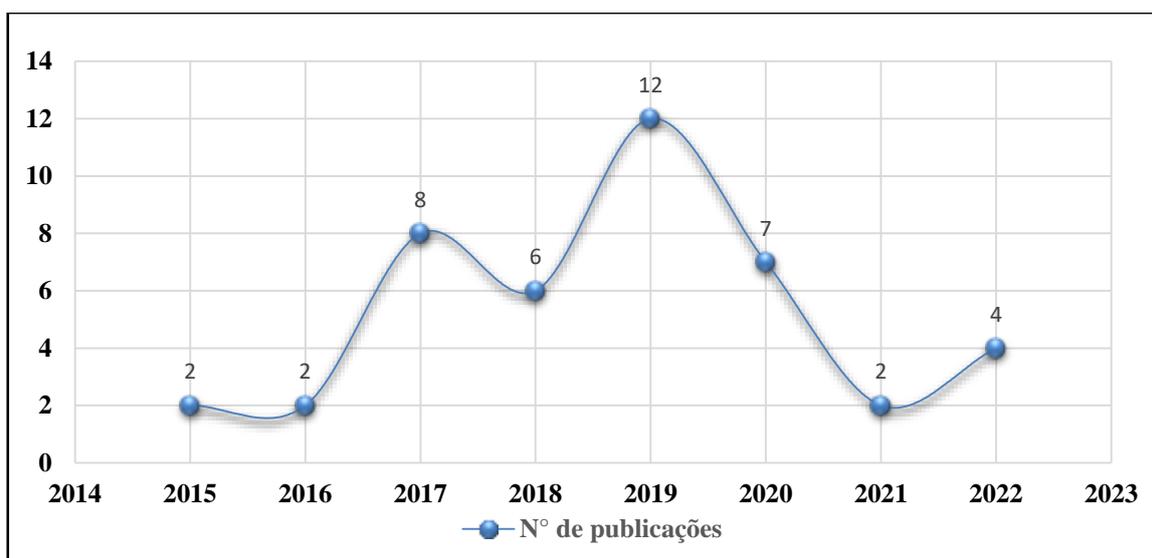


Fonte: Produzido pelo autor (2023).

De acordo com o gráfico 02, que apresenta os estudos selecionados na etapa final da RSL, temos 55,8% dos estudos pertencentes ao Google Acadêmico, ou seja, 24 estudos. Nos Periódicos da CAPES, 16,2%, correspondendo a 7 estudos, já na *Science Direct*, apenas 2,3%, equivalente a 1 único estudo e na *Scribd* 4,6%, ou seja, 2 estudos. E por último, *SciELO* com 20,9%, portanto, 9 estudos selecionados nesta base de dados.

A partir da análise final do quantitativo de estudos para esta RSL, foi feita uma quantificação de acordo com o ano de publicação no período analisado, ou seja, de 2015 a 2023, como forma de verificar em qual ano obteve-se um quantitativo maior de publicações sobre a temática em estudo.

Gráfico 03 - Quantitativo de publicações anual



Fonte: Produzido pelo autor (2023).

Fazendo uma análise do gráfico 03, no tocante ao quantitativo de publicações anual, percebe-se que no ano de 2015 foram produzidos poucos trabalhos sobre o GeoGebra e o ensino de Geometria Espacial, tendo sido selecionado apenas 2 estudos e se repetiu o mesmo quantitativo no ano de 2016. Já em 2017, observa-se pelo gráfico um crescimento significativo com 8 estudos, com uma leve queda em 2018 com 6 estudos, mas intensificando-se em 2019 destacando-se 12 estudos, em 2020, 7, em 2021, 2 estudos e apresentando um crescimento em 2022, destacando-se 4 estudos sobre o GeoGebra, mas agora com um diferencial, fazendo uso da função de RA para o ensino de Geometria Espacial.

Os estudos selecionados na fase final da filtragem, um total de 43, encontram-se listados no quadro 04 representado abaixo e como forma de facilitar a identificação destes, foi atribuído um código para a identificação de cada estudo, relacionando ao seu respectivo título e ano de publicação, os quais serão utilizados na discussão dos resultados. Não são apresentadas sínteses dos trabalhos selecionados, por que não faz parte do objetivo previamente estabelecido, mas apenas mapear e apresentar pesquisas sobre o objeto de estudo, a RA para o ensino de Geometria Espacial por meio do GeoGebra.

Quadro 04 – Estudos Selecionados e seus respectivos códigos de identificação

ID	ANO	TÍTULO
E01	2015	A visualização no ensino de Geometria com o GeoGebra 3D
E02	2015	Os efeitos do GeoGebra no desempenho dos alunos
E03	2016	Geometria sintética: investigação sobre o uso de um <i>software</i> de Geometria dinâmica como meio para demonstrações visuais
E04	2016	O uso do GeoGebra na construção de conceitos de Geometria Plana e Espacial
E05	2017	Aprendizagem Significativa e a Geometria Espacial – uma abordagem com o uso do GeoGebra 3D
E06	2017	Matemática e Tecnologia: analisando a contribuição do <i>software</i> GeoGebra 3D para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial
E07	2017	Uma proposta para o ensino da Geometria Espacial usando o GeoGebra 3D

<b>E08</b>	2017	Utilização de dispositivos móveis e recursos de realidade aumentada nas aulas de Matemática para elucidação dos Sólidos de Platão
<b>E09</b>	2017	O GeoGebra 3D na construção da pirâmide a partir de seu tronco: registros de representação semiótica
<b>E10</b>	2017	O <i>Software</i> GeoGebra numa proposta de formação continuada de professores de Matemática do Ensino Fundamental
<b>E11</b>	2017	O uso do GeoGebra no ensino da Geometria Espacial para alunos do 2º ano do Ensino Médio
<b>E12</b>	2017	Visualização e compreensão da Geometria Espacial com o GeoGebra 3D
<b>E13</b>	2018	<i>Mobile-Learning</i> : aprendizagem Matemática por meio de realidade aumentada
<b>E14</b>	2018	GeoGebra 3D: Relato de uma experiência na superação de dificuldades de aprendizagem em Geometria Espacial
<b>E15</b>	2018	O uso de <i>software</i> e seu impacto no tipo de resolução de exercícios de Geometria
<b>E16</b>	2018	Explorando o <i>software</i> GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial
<b>E17</b>	2018	Geometria Espacial: Uso do Aplicativo GeoGebra em Smartphones
<b>E18</b>	2018	O GeoGebra 3D na abordagem de sólidos tridimensionais: uma proposta para estudantes e professores
<b>E19</b>	2019	Ambiente de Aprendizagem Baseado em Realidade Aumentada para Melhorar o Ensino-Aprendizagem Experiência em Educação Geométrica
<b>E20</b>	2019	A Utilização de <i>Softwares</i> no Ensino de Matemática para Ensino Fundamental e Médio
<b>E21</b>	2019	A utilização do smartphone com intermédio de um aplicativo de realidade aumentada para a aprendizagem de Estatística
<b>E22</b>	2019	A aprendizagem da Geometria Espacial potencializada por meio de um aplicativo de realidade aumentada na perspectiva do Mobile Learning
<b>E23</b>	2019	A Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos Geométricos
<b>E24</b>	2019	Contribuições do uso das Tecnologias Digitais no ensino e aprendizagem de conceitos geométricos espaciais
<b>E25</b>	2019	O uso do GeoGebra 3D, versão para smartphone, no processo ensino aprendizagem de Geometria Espacial
<b>E26</b>	2019	Ensino de Geometria Espacial com o GeoGebra 3D: uma proposta didática para o ensino de pirâmide
<b>E27</b>	2019	GeometriAR: aplicativo educacional com realidade aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos
<b>E28</b>	2019	Intradisciplinaridade Matemática com GeoGebra na Matemática Escolar
<b>E29</b>	2019	Realidade Aumentada como apoio à aprendizagem de poliedros
<b>E30</b>	2019	Trigonometria e suas aplicações no GeoGebra: aulas experimentais com alunos do ensino médio
<b>E31</b>	2020	Aplicações móveis para o ensino da Matemática com realidade aumentada
<b>E32</b>	2020	Apreensões figurais mobilizadas ao estudar área de figuras em um ambiente de Geometria dinâmica
<b>E33</b>	2020	Contribuições do <i>Software</i> GeoGebra nas aulas com sólidos geométricos de faces planas nos anos iniciais do Ensino Fundamental
<b>E34</b>	2020	Dificuldades envolvendo a visualização em Geometria Espacial

<b>E35</b>	2020	Ensino de retas e planos com o auxílio do <i>software</i> GeoGebra 3D mobile
<b>E36</b>	2020	Experimentação didática visando o ensino de Geometria Analítica utilizando <i>smartphones</i> : uma adaptação do Projeto Reforço Escolar com o aplicativo GeoGebra
<b>E37</b>	2020	O uso do celular como recurso didático no ensino de Geometria para os alunos do Ensino Fundamental
<b>E38</b>	2021	O uso do GeoGebra 3D com realidade aumentada no ensino de Geometria Espacial
<b>E39</b>	2021	Realidade aumentada no ensino e aprendizagem dos sólidos geométricos
<b>E40</b>	2022	A realidade aumentada, o software GeoGebra e o ensino de Geometria Espacial
<b>E41</b>	2022	A realidade aumentada na aprendizagem de Geometria Espacial e as contribuições da Sequência Fedathi
<b>E42</b>	2022	A realidade aumentada e o ensino de Geometria Espacial mediado pela metodologia de ensino Sequência Fedathi
<b>E43</b>	2022	As contribuições da realidade aumentada mediada pela metodologia Sequência Fedathi para a aprendizagem de Geometria Espacial

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Finalizada a seleção dos estudos, catalogação conforme o código criado para identifica-los e ano de publicação, é feito um estudo detalhado de cada estudo para que seja possível responder as questões da pesquisa e discutir acerca dos dados encontrados nesta pesquisa.

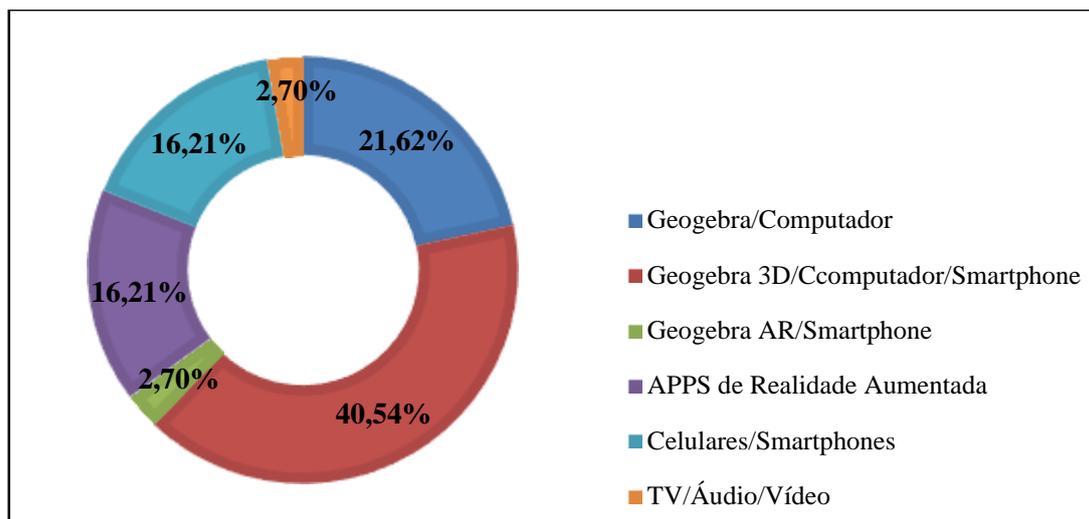
### 3.2 Respondendo as questões da pesquisa

Nesta seção é dado ênfase as questões da pesquisa e a partir da análise dos estudos selecionados na RSL, parte-se para as questões na busca de suas possíveis respostas. Como primeira questão tem-se:

**QP1** – Quais recursos tecnológicos são utilizados pelos professores para ensinar Geometria Espacial na Educação Básica?

Para responder a esta questão foi realizado uma análise dos 43 estudos selecionados na busca pelos recursos digitais que os professores utilizam em suas aulas para favorecer a aprendizagem de Geometria Espacial. Os resultados encontrados estão representados abaixo no gráfico 05.

Gráfico 05 – Recursos Tecnológicos utilizados em Geometria Espacial na Educação Básica



Fonte: Produzido pelo autor (2023).

A partir do gráfico exposto, que representa os resultados encontrados após análise dos estudos selecionados, comprovou-se que dentre os recursos tecnológicos utilizados pelos professores para trabalhar Geometria Espacial na Educação Básica, destacam-se: O GeoGebra na versão para computador, com um percentual 21,62% correspondendo a 8 estudos, sendo eles (E02, E03, E04, E10, E16, E28, E30 e E32).

O GeoGebra 3D, trabalhados com computadores e celulares (smartphone), representando 40,54% correspondendo a 15 estudos, tendo o GeoGebra 3D alcançando maior percentual e quantitativo dentre os estudos analisados e utilizado como recurso tecnológico para auxiliar professores e alunos no ensino Geometria Espacial na Educação Básica. Dentre os estudos que abordaram o GeoGebra 3D, destacam-se (E01, E05, E06, E07, E09, E11, E12, E14, E18, E24, E26, E30, E33, E35 e E36).

A respeito da utilização do GeoGebra em “AR”, foi identificado 16,27% o que corresponde a (06) estudos, sendo (01) destes em 2019, (01) em 2021 e (04) em 2022. Os estudos/trabalhos sobre o GeoGebra em AR, são os seguintes: (E25, E38, E40, E41, E42, E43). No tocante aos APPS de Realidade Aumentada, obteve-se um percentual de 16,21%, o que equivale a 6 estudos dentre os 43 selecionados.

Dentre os estudos que abordaram APPS em RA destacam-se os seguintes: ((E19, E21, E22, E23, E27 e E29), alcançando 13,9% dos estudos analisados, assim como para a utilização de celulares e smartphones, que alcançou o mesmo percentual e destacamos os seguintes estudos: (E08, E17, E22, E25, E31 e E37). Já sobre a utilização de TV/áudio/vídeo como recurso tecnológico, apenas 2,3% dos estudos analisados, ou seja, apenas (01) trabalho.

Como segunda questão desta RSL, temos:

**QP2** – Quais dificuldades são apresentadas pelos alunos no estudo de Geometria Espacial na Educação Básica?

Para responder a esta questão, foi necessário a análise aprofundada dos estudos selecionados a fim de buscar as principais dificuldades apresentadas pelos alunos no ensino e ou aprendizagem de Geometria Espacial. Logo, conforme o estudo (E01), o autor cita como dificuldade mais marcante a visualização de sólidos geométricos, fato este que dificulta a interpretação e resolução de problemas propostos. Reforçado pelo estudo (E4), que também cita como dificuldade a visualização de imagens e sólidos geométricos, sendo que o autor deste estudo cita “Arcavi (2003)” que fala das dificuldades de visualização, como já foi dito, mas nas perspectivas: cultural, sociológica e cognitiva.

Segundo Arcavi (2003), a dificuldade cultural refere-se às crenças e valores sobre a Matemática, a ideia de difícil, dentre outras. A respeito das dificuldades sociológicas, ele afirma estar associado a dificuldade de ensinar o visual, ou seja, segundo ele os professores podem apresentar dificuldades quanto a essa questão visual, dificultando assim desenvolver a capacidade de visualização nos alunos e assim gerando dificuldades na aprendizagem de Geometria Espacial. A capacidade cognitiva, segundo o autor é uma dificuldade particular de cada aluno, sendo está a mais marcante para as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

Por fim, os estudos (E06, E23 e E35) reforça como maior dificuldade apresentadas pelos alunos, a interpretação e visualização, o que dificulta a conservação de conceitos importantes da Geometria Espacial, os quais pode-se citar: retas, planos, vértices, faces, arestas, dentre outras, e que a não conservação destes conceitos acarretam dificuldades de aprendizagens nos conteúdos de Geometria Espacial.

Todavia, a partir das dificuldades citadas nos estudos analisados, observou-se também, o fato dos “alunos não gostarem do professor”, reflexo da falta de empatia que alguns alunos tem para com a Matemática. Nos estudos (E20, E25 e E27), verificou-se que dificulta a aprendizagem dos alunos, as metodologias adotadas pelos professores, tornando as aulas desinteressantes, ou como citam “até ultrapassadas”, a não diversificação das metodologias em sala de aula e dificultando o entendimento dos conteúdos abordados pela falta de contextualização.

Prosseguindo com as questões desta RSL, apresenta-se a terceira questão:

**QP3** – Quais as vantagens e desvantagens da utilização e uso do *software* GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial na Educação Básica?

De acordo com a análise realizada, os trabalhos (E01 e E32), colocam como principal vantagem do *Software* GeoGebra, a questão do desenvolvimento de habilidades espaciais favorecendo a visualização dos conteúdos em estudo, além de seu caráter desafiador, uma vez que os recursos utilizados nas aulas de Matemática geralmente ficam restritos a livros, quadro-negro, dificultando o trabalho com objetos espaciais.

Já nos estudos (E06 e E11), é destacado como vantagens a possibilidade de construções tridimensionais de forma simples e dinâmica, favorecendo a aprendizagem. No estudo (E11) o autor

inclusive afirma que o *Software* GeoGebra além de facilitar, acelera o processo de ensino e aprendizagem fazendo despertar o interesse nos alunos pela Geometria Espacial, fator primordial para a consolidação de conceitos geométricos. No estudo (E18), o autor destaca que o GeoGebra agrada os estudantes, sendo importante no sentido de trazer os mesmos para o processo de ensino e faz referência a Moreira (2013) que afirma “ser este um elemento essencial para a articulação de um aprendizado significativo”.

Dentre todas as vantagens citadas anteriormente e obtidas a partir da análise dos estudos selecionados, a vantagem que mais se destacou encontra-se nos estudos (E04, E07, E20, E30 e E35), e trata-se do fato do GeoGebra ser um *software* de Geometria dinâmica e adquirido gratuitamente em seu site oficial: <https://www.geogebra.org>, sendo de fácil acesso e funciona em computadores e celulares (smartphone), podendo ser aplicado no processo de ensino e aprendizagem nas disciplinas de Geometria, Álgebra e Cálculo, além de permitir a criação de figuras em 2D e 3D.

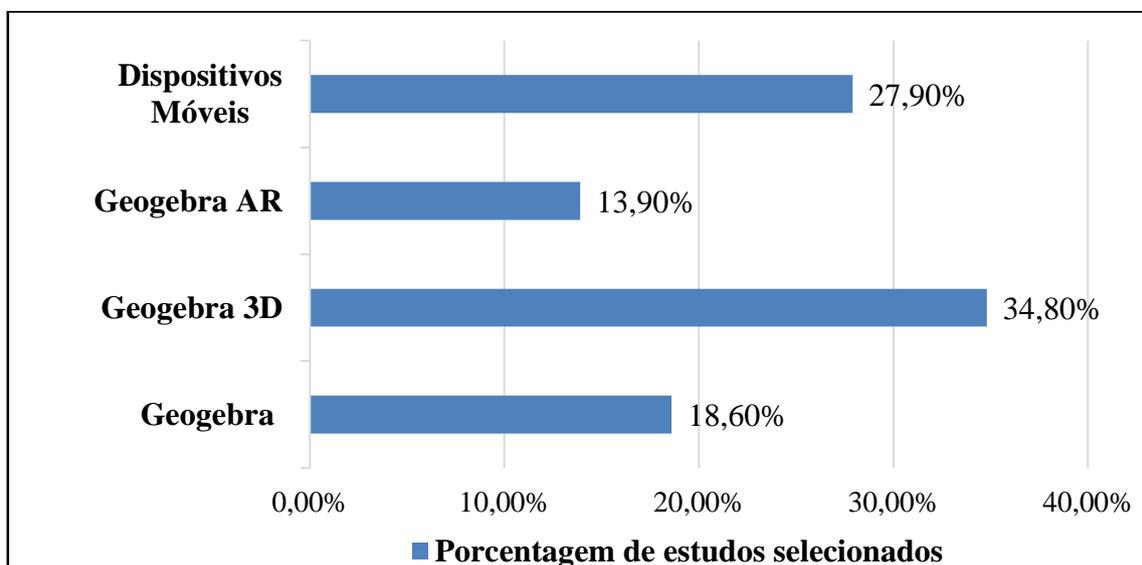
No estudo (E20) o autor cita Souza (2010, p. 68), afirma “o GeoGebra é um sistema de geometria dinâmica que permite realizar construções com pontos, vetores, segmentos, retas, seções cônicas e funções que podem ser modificadas dinamicamente”, corroborando com o estudo (E30), onde o autor cita Souza (2010) e Costa (2017), reforçando a importância e considerando o GeoGebra um *software* de Geometria dinâmica e ressaltando sua gratuidade e acessibilidade, também exposto claramente no estudo (E35). Com relação as desvantagens da utilização e uso do *software* GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial na Educação Básica não foi identificado nenhum estudo que apresentasse desvantagem.

Como última questão desta RSL, formulou-se:

**QP4** – Quais estudos utilizam o GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial?

Em resposta a esta questão, é feito a análise dos 43 estudos selecionados na fase final desta revisão e o resultado da análise é representado no gráfico 06 em resposta a questão.

Gráfico 06 – GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o gráfico que representa o resultado da análise dos estudos selecionados referente a questão (QP4), percebe-se que apenas 27,90% dos estudos analisados utilizaram o GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial na Educação Básica, os quais destacam-se os estudos: (E08, E17, E22, E25, E31, E37, E38, E39, E40, E41, E42, E43). embora tenha-se utilizado dispositivos móveis como celulares (smartphone) no desenvolvimento das atividades presentes nestes estudos, porém não eram objetivos de estes abordar dispositivos móveis com o GeoGebra no ensino de Geometria Espacial, mas sim especificamente o uso do *Software* e suas contribuições para o ensino de Geometria.

Vale destacar que, outros trabalhos abordaram o GeoGebra no ensino de Geometria Espacial alcançando um percentual de 18,60%, destacando-se os estudos: (E02, E03, E04, E10, E16, E28, E30 e E32) e na versão 3D, correspondeu a 34,8%, ou seja, os estudos: (E01, E05, E06, E07, E09, E11, E12, E14, E18, E24, E26, E30, E33, E35 e E36), porém na versão para computador, e não utilizando dispositivos móveis e ou smartphones.

Já os estudos que abordaram o *software* GeoGebra, correspondem a 13,90%, equivalente a (06) estudos, são eles: (E25, E38, E39, E41, E42, E43). Assim, em resposta a questão (QP4), apenas (06) estudos abordaram diretamente o uso do *Software* GeoGebra e dispositivos móveis no ensino de Geometria Espacial na Educação Básica. Porém, em resposta a questão 05, “quais estudos utilizaram a tecnologia de RA por meio do *software* GeoGebra no ensino de Geometria Espacial”, foram encontrados apenas 5 pesquisas, representadas pelos códigos: E38, 340, E41, E42, e E43, sendo três destes trabalhos pertencentes ao mesmo autor, comprovando-se dessa forma a necessidade de pesquisas sobre RA por meio do GeoGebra para o ensino de Geometria Espacial, pois como assevera Cardoso (2014, p. -91), “a RA é uma tecnologia que encontra-se em expansão”.

#### 4. Considerações Finais

Este trabalho consistiu em uma revisão sistemática da literatura, realizada a partir de estudos empíricos publicados em bibliotecas renomadas, dentre elas destacam-se: Google Acadêmico, Periódicos da CAPES, *SciELO*, *Science Direct* e *Scribd*, no período de 2015 a 2023, que selecionou no processo filtragem 43 estudos para compor esta RSL, que buscou estudos que abordavam o *software* GeoGebra e sua função de RA para o ensino de Geometria Espacial na Educação Básica.

Dessa forma, verificou-se como uma das principais vantagens no uso do GeoGebra, o fato de ser obtido gratuitamente no seu site oficial: <https://www.geogebra.org>, disponível para computador/notebook, celulares e smartphones. Observou-se que a maioria dos autores dos trabalhos

analisados, consideram o GeoGebra um *software* de Geometria Dinâmica que facilita a visualização, interpretação e conservação de conceitos de Geometria Espacial.

Portanto, percebe-se a partir da análise realizada dos estudos selecionados, que existem muitos trabalhos que abordam o GeoGebra na versão 2D por meio de computador, mas que a partir do ano de 2018 observou-se uma crescente evolução nos estudos produzidos sobre este *software* na versão 3D para o ensino de Geometria Espacial na Educação Básica, o que o torna um *software* de grande importância como suporte metodológico para engajar os alunos no processo de ensino e proporcionar a construção de saberes, tornando a aprendizagem significativa. Por fim, apesar de se ter muitos trabalhos produzidos com o GeoGebra, conclui-se que existe uma carência de trabalhos com este *software* trabalhando sua função de RA para o ensino de Geometria, tornando-se assim, grandes perspectivas para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Recebido em: 22/12/2022

Aprovado em: 19/12/2023

## 5 Referências

ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola: criação de redes de conhecimentos. *In*: ALMEIDA, M. E. B. MORAN, J. M. (org). **Integração das tecnologias na educação. Secretaria de Educação a Distância**. Brasília. Ministério da Educação: SEED, 2005. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000701.pdf>. Acesso em 25 nov. 2022.

AUSUBEL, David. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AZUMA, R. et al. **“Recent advance in augmented reality”**. Em IEEE Computer Graphics and Applications, 21 (6), 2001.

BASNIAK, M. I; ESTEVAM, Everton José Goldoni. **O GeoGebra e a Matemática da educação básica: frações, estatística, círculo e circunferência**. Curitiba: Ithala, 2014.

BUCIOLI, A. A. B.; LAMOUNIER, Edigard Afonso Júnior. **Visualização de ambientes virtuais com simulação de projeção holográfica**. In: Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2014, Marília, SP. ANAIS DO WRVA'14, 2014. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2014/025.pdf>. Acesso em 02 nov. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1997.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9394/96**. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em:

[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em 25 out. 2022.

CARDOSO, R.G.S. et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à educação. In: Computador na Praia. 2014. Florianópolis, SC. UNIVALI. 2014. pág. 330-339. 2014. Disponível em: <http://www6.univali.br/seer/index.php/acotb/article/viewFile/5337/2794>. Acesso em 28 out. 2022.

CONTENT, R. R.. **O que é Java? Conheça as Particularidades dessa Linguagem de Programação**, 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/o-que-e-java/>. Acesso em: 03 de ago. de 2020.

DEMO, P. **Educação hoje: "novas" tecnologias, pressões e oportunidades**. São Paulo: Atlas, 2009.

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. EBSE Technical Report, 2007.

MORAN, José Manuel, MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 12<sup>a</sup> ed. São Paulo: Papirus, 2006.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

VALENTE, J. A. **A Comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. Revista Unifeso, n. 1, Campinas, SP. 2014.