

GeoGebra en dispositivos móviles en la enseñanza y la aprendizaje de la Geometría en la Educación Básica: una revisión sistemática de la literatura

GeoGebra em dispositivos móveis no ensino e na aprendizagem da Geometria na Educação Básica: uma revisão sistemática de literatura

**Francisco de Assis Saraiva Carneiro, Isabel Cabrita, Hermínio Borges Neto,
 Eliana Alves Moreira Leite**

Data do recebimento: 24-04-2024
 Data de aceitação: 26-08-2024

Resumen	<p>La Geometría es un área muy importante de las matemáticas, pero aprenderla es muy complejo y requiere reinventar la forma de enseñarla. Las tecnologías digitales pueden desempeñar un papel muy importante en este proceso. En este contexto, el estudio que aquí se presenta tuvo como objetivo investigar las aportaciones del uso de GeoGebra en dispositivos móviles en la enseñanza y aprendizaje de la geometría. La metodología se desarrolló en dos etapas: I) Revisión Sistemática de la Literatura recogida en bases de datos de artículos científicos y II) Investigación bibliográfica complementaria en repositorios de tesis y disertaciones. El análisis de los resultados permitió concluir que existen amplias posibilidades de aplicación de estos recursos a la enseñanza y aprendizaje de la geometría.</p> <p>Palabras clave: Revisión bibliográfica, GeoGebra, Dispositivos móviles, Educación matemática, Geometría.</p>
Abstract	<p>Geometry is a very important area of mathematics, but learning it is very complex and requires reinventing the way it is taught. Digital technologies can play a very important role in this process. In this context, the study reported here aimed to investigate the contributions of using GeoGebra on mobile devices in the teaching and learning of geometry. The methodology was developed in two stages: I) Systematic Literature Review collected from databases of scientific articles and II) Complementary bibliographic research in repositories of theses and dissertations. Analysis of the results led to the conclusion that there are ample possibilities for applying these resources to the teaching and learning of geometry.</p> <p>Keywords: Literature review, GeoGebra, Mobile devices, Mathematics education, Geometry.</p>
Resumo	<p>A geometria é uma área da matemática da maior relevância, mas a sua aprendizagem revela-se muito complexa, exigindo que se reinvente o seu ensino. As tecnologias digitais podem desempenhar um papel muito importante nesse processo. Neste contexto, o estudo aqui relatado objetivou investigar contributos da utilização do GeoGebra em dispositivos móveis no ensino e na aprendizagem da Geometria. A metodologia foi desenvolvida em duas etapas: I) Revisão Sistemática de Literatura coletada em bancos de dados de artigos científicos e II) Pesquisa bibliográfica complementar em repositórios de teses e dissertações. A análise dos resultados permitiu concluir de amplas possibilidades de aplicação desses recursos no ensino e na aprendizagem da Geometria.</p> <p>Palavras-chave: Revisão de literatura, GeoGebra, Dispositivos móveis, Educação matemática, Geometria.</p>

1. Introdução

O perfil atual dos alunos é diferente daqueles de há 30 anos atrás. Bates (2017, p. 66) percebe que um “fator que faz com que os alunos sejam um pouco diferentes hoje é a sua imersão e facilidade com a tecnologia digital Esses alunos estão constantemente ‘ligados’”. De facto, atualmente, muitas crianças e adolescentes, um pouco por todo o mundo, “respiram” tecnologias digitais, dormem e acordam tendo a companhia de um telemóvel e estão em contato instantâneo com o mundo.

Ora, em relação a esta geração de estudantes que nasceram em ambiente digital, espera-se que tais tecnologias móveis também estejam presentes no ambiente escolar, associadas aos recursos didáticos já consolidados. Por outras palavras, as metodologias de ensino devem acompanhar as mudanças que se verificam na sociedade, por mais desafiante que isso seja para os profissionais da educação. Como ressaltam Brum e Pereira em sua pesquisa sobre a inserção de dispositivos móveis nos espaços de aprendizagem:

A capacidade do educador de enfrentar a realidade e as adversidades do meio em que vive são as engrenagens para sobreviver nessa sociedade contemporânea em que os estudantes encontram-se imersos no mundo digital, conectados e familiarizados com os mais novos *apps* dos seus *smartphones*. (Brum & Pereira, 2018, p. 70)

Também o relatório *Innovating Pedagogy 2021*, produzido pela *Open University*, reforça que as plataformas tecnológicas devem ser projetadas para criar melhores oportunidades de aprendizagem (Agnes et al., 2021).

O ensino da Geometria, área da matemática da maior relevância e na qual se registam muitas dificuldades, pode tirar partido de um dos *softwares* mais reconhecido a nível mundial – o GeoGebra. Tem a grande vantagem de poder ser instalado nos telemóveis dos estudantes e de permitir resultados relevantes no que diz respeito à mediação, engajamento e interação, além de contribuir para desenvolver outras competências nos estudantes, desde a educação básica.

Neste contexto, este estudo foi realizado com o intuito de investigar sobre a utilização do *software* GeoGebra em telemóveis como recurso digital na mediação do ensino e da aprendizagem da Geometria na Educação Básica (Ensino Fundamental – anos finais – e Ensino Médio), a partir do desenvolvimento de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), complementada com uma pesquisa bibliográfica em literatura cinzenta.

2. Contexto e recursos digitais

A seleção de recursos digitais e a sua utilização nos processos de ensino e de aprendizagem subordina-se a um planeamento adequado, em função, designadamente, do contexto, do público visado, dos objetivos a perseguir, das metodologias a valorizar. Ao defender a inexistência de ensino efetivo sem aprendizagem, Paulo Freire (2021, p. 26) enfatiza que “Não temo dizer que inexistente validade no ensino de que não resulta um aprendizado em que o aprendiz não se tornou capaz de recriar ou de refazer o ensinado, em que o ensinado que não foi apreendido não pode ser realmente aprendido pelo aprendiz”. Deste modo, entende-se o processo de ensino e de aprendizagem é indivisível.

No ensino e na aprendizagem da Geometria, alguns dos recursos digitais, especificamente *softwares*, podem constituir-se simuladores interessantes na manipulação de entes geométricos e compreensão dos fenômenos associados.

Em função disto, a seguir será apresentado o *software* GeoGebra, um dos mais promissores nesta área.

Também nos reportaremos ao *Mobile Learning*, a valorizar no ensino e na aprendizagem da Geometria.

2.1. O GeoGebra

O GeoGebra é um *software* dinâmico que, por esse fato, apresenta um grande potencial para as aulas de Matemática. Acresce que aglutina geometria, álgebra, folhas de cálculo, gráficos, estatísticas e cálculos num mesmo ambiente — <https://www.geogebra.org>. A combinação destas características permite ao utilizador o visionamento e a manipulação de um ente matemático, em perspectivas diferentes e interligadas. Além disso, agrega um repositório de recursos e materiais, desenvolvidos e disponibilizados de forma colaborativa. O GeoGebra tornou-se o fornecedor líder de *software* de matemática dinâmica, apoiando a educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) e inovações no ensino e na aprendizagem em todo o mundo (GeoGebra, 2024).

Pesquisadores como Caligaris et al (2015) percebem que a utilização e a incorporação dos *applets* GeoGebra em contexto educativo do ensino de matemática facilitam a aprendizagem. Wan Salleh e Sulaiman (2013) consideram que o GeoGebra deve ser utilizado no processo educativo, por possuir muitos recursos para ajudar os alunos a ter uma percepção detalhada e ver adequadamente o ente matemático, além de permitir explorar uma gama mais ampla de tipos de funções e possibilitar que estabeleçam conexões entre representações simbólicas e visuais.

Entre as plataformas digitais favoráveis à utilização do GeoGebra, o presente estudo abordará a sua aplicação em dispositivos móveis. Destaque-se que as tecnologias móveis são comuns, mesmo em áreas onde escolas, livros e computadores são escassos. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, “à medida que o preço dos telefones celulares vai diminuindo, provavelmente, cada vez mais pessoas, adquirem aparelhos móveis e aprendem a usá-los, inclusive aquelas que vivem em áreas mais vulneráveis” (UNESCO, 2014, p. 11). Atualmente, os aparelhos celulares são verdadeiros computadores de mão e, neste sentido, o *mobile learning* tem-se apresentado como uma ferramenta metodológica cada vez mais em uso na educação, o que será detalhado no tópico a seguir.

2.2. Mobile Learning

A definição de *Mobile Learning (m-learning)* ainda não é consensual. Traxler (2005) considerou que *Mobile Learning* ou *m-learning* pode ser definida como qualquer oferta educacional em que as tecnologias únicas ou dominantes sejam dispositivos portáteis.

No entendimento de Manuel e De La Serna (2011), *Mobile Learning* ou aprendizagem móvel constitui um novo paradigma educacional.

Bates (2017, p. 305) refere-se a *Mobile Learning* como “uma ferramenta ou abordagem de ensino, que através de dispositivos móveis e aplicativos, permite aos usuários acessar vários formatos de informação (voz, texto, vídeo etc.) a qualquer momento e em qualquer lugar”.

Recentemente, a experiência vivenciada mundialmente na situação pandêmica da Covid-19, no início de 2020, provocou o isolamento social (físico), incluindo a suspensão das aulas presenciais. A educação não pôde parar, as crianças e os jovens tiveram de continuar a vivenciar essa imprescindível atividade para o bem-estar pessoal e coletivo, bem como para o desenvolvimento e a sustentabilidade da própria sociedade e do planeta. Como solução imediata, recorreu-se às aulas remotas (*on-line*), mediadas por tecnologias digitais e *Internet*, através de sistemas de gerenciamento de aprendizagem, ou LMS, (como o *Moodle*, *Google Classroom* e *Microsoft Teams*), acessadas remotamente pela *Internet* através, por exemplo, de *desktops*, *laptops*, *tablets* e *smartphones*, possibilitando, principalmente, o acesso às aulas síncronas e assíncronas, aos recursos didáticos, atividades e orientações. Sobre os sistemas de gerenciamento de aprendizagem, Bates (2017, p. 310–311) ressalta que:

Um professor pode usar um LMS para organizar um conjunto de recursos, orientações, procedimentos e prazos para os estudantes que, em seguida, podem usar várias das mídias sociais, como fotos de telefone celular, para coletar dados. O professor fornece um espaço e estrutura no LMS para os materiais de aprendizagem dos alunos na forma de um e-portfolio, no qual os alunos podem carregar seus trabalhos. Em pequenos grupos, os alunos podem usar os fóruns de discussão ou o Facebook para trabalhar em projetos em conjunto.

Conectados, profissionais da educação produzem e distribuem conteúdos, acompanham, orientam, avaliam e estimulam seus alunos. Muitos estão repensando e recriando metodologias ativas mais sedutoras e desenvolvendo ambientes digitais mais amigáveis e com interações crescentes (Couto et al., 2020).

Esta realidade provocada pela pandemia mostrou a importância da apropriação e utilização das tecnologias móveis digitais no ambiente escolar, com atenção diferenciada aos dispositivos móveis, quase sempre presentes nas mãos dos estudantes. Ao considerar a realidade econômica da maioria das famílias brasileiras com filhos matriculados em escolas públicas de Educação Básica, a principal ferramenta utilizada nesse período pandêmico por esses estudantes para o acesso a essas tecnologias digitais foi o *smartphone*, por vezes compartilhado com mais de um utilizador na mesma residência.

Em relação ao presente estudo, a utilização do GeoGebra associado à abordagem *m-learning* ficará restrita aos dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) e seu uso em sala de aula, destacando a imprescindibilidade de um adequado planejamento. Corroborando o pensamento de Cleophas et al. (2015), espera-se que o seu uso seja mais difundido no meio educacional em diferentes áreas do conhecimento e que, sobretudo, sejam desenvolvidas mais abordagens didáticas que se beneficiem do *Mobile Learning*.

3. Aspectos metodológicos

Considerando a finalidade desta pesquisa e objetivando mapear estudos empíricos sobre o uso do GeoGebra em dispositivos móveis, sobretudo *telemóveis* e *tablets*, no ensino e na aprendizagem da Geometria em sala de aula, o procedimento

metodológico desta investigação foi concebido e executado em duas etapas: I) uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) para que “reflita a avaliação rigorosa, científica e crítica das fontes citadas” (Ramos et al., 2014, p. 22), em bancos de dados de artigos científicos e II) uma pesquisa bibliográfica complementar em bancos de teses e dissertações em língua portuguesa, com o intuito de “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito” (Gil, 2018, p. 26) e aprofundado.

3.1. Revisão sistemática de literatura

A primeira etapa da pesquisa foi orientada por uma revisão sistemática de literatura, seguindo critérios e métodos precisos e sistemáticos, por forma a identificar e selecionar as fontes bibliográficas com o máximo rigor, grau de eficiência e confiança no trabalho desenvolvido (Ramos et al., 2014; Saur-Amaral, 2012). Mais recentemente, Leite et al. (2020, p. 7) ressaltam que uma “revisão sistemática de literatura (RSL), semelhante a outras pesquisas acadêmicas, requer elaboração clara e objetiva sobre um tema de estudo que apresente consolidação e referência no campo científico.”

A maioria das pesquisas científicas iniciam por algum tipo de revisão da literatura. Embora nenhuma das modalidades se possa considerar completa, por mais exaustiva que seja, para Kitchenham (2004), uma RSL sintetiza o trabalho existente de maneira consistente e rigorosa. Esta pesquisadora acrescenta que, revisões sistemáticas devem ser realizadas de acordo com uma estratégia de busca predefinida, permitindo que a completude possível da busca seja avaliada.

Nesta perspectiva, ao considerar os objetivos já mencionados, esta RSL estabeleceu, como ponto de partida, um protocolo, de elementos bem definidos (conforme descrito na tabela 1) e seguidos rigorosamente, de modo a assegurar os princípios da transparência e garantir a possibilidade de replicabilidade da pesquisa (Gough et al., 2012; Saur-Amaral, 2012).

PASSOS	DETALHAMENTO
Objetivos	Conhecer estudos científicos sobre a utilização do GeoGebra no ensino de Geometria (ou Matemática), na educação básica (Ensino Fundamental – séries finais e Ensino Médio), através de dispositivos móveis.
Equações de pesquisa	(mobile device OR smartphone OR tablet OR mobile learning OR m-learning) AND GeoGebra AND (math OR mathematics OR geometry)
Âmbito da pesquisa	Scopus; ERIC; Web of Science; b-on; Scielo; nos campos Título, Resumo e Palavras-chave
Crítérios de inclusão	Somente artigos publicados em revistas científicas no período de 2012 a 2022; Publicações em português, inglês ou espanhol; Analisados por pares; Ensino de geometria ou matemática, em sala de aula; Ensino Fundamental – séries finais ou Ensino Médio (secundário);
Crítérios de exclusão	Artigos em línguas diferentes do português ou do inglês ou do espanhol; Artigos publicados antes de 2012; Artigos sem resumo; Artigos duplicados; Artigos sem acesso ao documento completo ou falha no link de acesso; Artigos que não utilizaram dispositivos móveis; Artigos que não se focam no ensino ou na aprendizagem; Livros, capítulos de livros, dissertações e teses.
Crítérios de validade metodológica	Possibilidade de replicação do processo por outro investigador; Verificação dos critérios de inclusão e exclusão; Registo de todos os passos

Tratamento dos dados	Filtrar, analisar e descrever criticamente os resultados com ajuda dos <i>softwares</i> WebQDA ¹ e Mendeley ² .
-----------------------------	---

Tabela 1. Protocolo da revisão sistemática de literatura (RSL), elaborada pelos autores com base em Ramos et al. (2014, p. 24).

Seguindo o protocolo estabelecido, a pesquisa foi realizada no dia 09 de junho de 2022 nas bases de dados descritas no protocolo, somente nos campos: título, resumo e palavras-chave. Após a utilização da expressão da equação de pesquisa e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram encontrados 32 documentos como resultado parcial, antes da verificação dos conteúdos, e detalhados na tabela 2, a seguir.

Bases de dados	Total	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2013
Scopus	7	0	1	1	1	0	2	2	0
Web of Science	11	0	0	1	3	2	3	2	0
ERIC	4	1	0	0	1	0	2	0	0
b-on	9	0	0	3	1	2	2	0	1
Scielo	1	0	0	0	0	1	0	0	0
TOTAIS	32	1	1	5	6	5	9	4	1

Tabela 2. Quantitativo parcial de documentos encontrados, elaborada pelos autores a partir dos resultados apresentados nos motores de busca.

A primeira análise destes documentos foi realizada a partir dos respectivos resumos, com o auxílio do software Mendeley. Segundo Gil (2018) “Esta leitura do material tem por objetivo verificar em que medida a obra consultada interessa à pesquisa. Pode ser comparada à expedição de reconhecimento que fazem os exploradores de uma região desconhecida” (p. 54).

A partir da leitura dos resumos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no protocolo da pesquisa, foram excluídos 25 documentos devido a: falta de acesso ao documento completo ou falha do link de acesso ao documento (13); estudos desenvolvidos em contextos informais ou sem utilização de dispositivos móveis (4); estudo centrado na avaliação de usabilidade do software GeoGebra (1); publicação em língua diferente dos critérios de inclusão (1); não contemplar o contexto da educação básica (3) e artigos duplicados por publicação em bases de busca diferentes (3). Restaram 7 artigos científicos selecionados, todos envolvendo o GeoGebra e os dispositivos móveis, que serviram de base para este estudo. Na tabela 3, apresentam-se por ordem decrescente do ano de publicação e destaca-se os elementos: Título (*T*), Objetivo (*O*), Metodologia (*M*) e Resultado (*R*). Também se explicita a cidade e o país originário do artigo.

Autores, Ano e local	Corpus de análise
Uwurukundo et al., 2022	T Effect of GeoGebra Software on Secondary School Students Achievement in 3-D Geometry
	O Verificar a eficácia da implementação do software Geogebra em escolas secundárias ruandesas no ensino e na aprendizagem de conceitos de geometria.

¹ webQDA é um *software* de análise qualitativa de dados, baseado na web.

² Mendeley é um *software* gratuito para o gerenciamento de referências bibliográficas.

Ruanda África Ocidental	M Design quase-experimental em quatro escolas selecionadas propositalmente. Duas escolas foram designadas como controle, enquanto as outras duas serviram como grupos experimentais.
	R O estudo recomenda o uso do GeoGebra em todas as atividades de ensino e de aprendizagem de matemática.
Kounlaxay et al., 2021 Laos (Sudeste Asiático)	T Learning Media on Mathematical Education based on Augmented Reality
	O Avaliar a compreensão dos padrões geométricos, adquiridos pelos alunos em sala de aula, após atualização do GeoGebra e software de Realidade Aumentada (AR).
	M Método experimental em três etapas: 1) Criar objetos geométricos 3D; 2) Ensinar de matemática por resolução de problemas; 3) Avaliar a compreensão dos padrões geométricos.
	R O ensino de matemática com o aplicativo GeoGebra pode transformar o aprendizado e torná-lo mais envolvente, interativo e agradável do que estudar com 2D.
Barbosa & Sant'Ana, 2020 Brasil (América do Sul)	T Experimentação didática visando o ensino de Geometria Analítica utilizando <i>smartphones</i> : uma adaptação do Projeto Reforço Escolar com o aplicativo GeoGebra
	O Investigar como uma sequência didática inspirada e adaptada do Projeto Reforço Escolar, com a utilização integrada das tecnologias, em especial o <i>smartphone</i> e o aplicativo GeoGebra, pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Geometria Analítica.
	M Experimentação exploratória, utilizando abordagem qualitativa, através da observação participante e da análise estatística dos resultados coletados
	R A utilização do GeoGebra em <i>smartphones</i> tornou a sessão didática interessante, interativa e agradável e contribuiu para que os estudantes fossem protagonistas de sua aprendizagem.
Vaillant et al., 2020 Uruguai (América do Sul)	T Uso de plataformas y herramientas digitales para la Enseñanza de la Matemática
	O Descrever e analisar as práticas de uso de ferramentas e plataformas digitais para o Ensino da Matemática no 1º ano da Educação Secundária do Uruguai.
	M Pesquisa quantitativa, com inquérito para professores de Matemática através de questionário digital, implementado na Plataforma Limesurvey, com escalas tipo Likert.
	R Indicam que os <i>smartphones</i> são os dispositivos mais utilizados para o Ensino e que o GeoGebra é uma das principais preferências no uso de aplicativos de Matemática.
Sychocki da Silva & Dos Reis Pinto, 2019 Brasil (América do Sul)	T Funções quadráticas e tecnologias móveis: Ações cooperativas em um experimento no ensino médio
	O Analisar como era construído o conhecimento da matemática dando-se ênfase à cooperação entre os pares na sala de aula.
	M A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, a partir das observações dos tipos de discussões matemáticas que emergiam dos estudantes ao trabalharem em grupos.
	R A utilização da tecnologia móvel por meio de um aplicativo com o qual os sujeitos pudessem interagir, entre si e com o artefato tecnológico, foi o meio para que acontecessem os diálogos entre os pares na sala de aula, elemento necessário para a aprendizagem da matemática.
Alkhateeb & Al-Duwairi, 2019 Jordânia (Ásia Ocidental)	T The Effect of Using Mobile Applications (GeoGebra and Sketchpad) on the Students Achievement
	O Investigar a integração de aplicativos móveis (GeoGebra e Sketchpad) no ensino de geometria e os efeitos no desempenho dos alunos.
	M Foi usado um design quase-experimental com três grupos: 1) Grupo experimental um, composto por estudantes universitários que utilizaram o GeoGebra; 2) Grupo experimental dois, composto por estudantes universitários que utilizaram o Sketchpad; e 3) Grupo controle, composto por estudantes universitários que utilizaram o método convencional.
	R O estudo mostrou que o GeoGebra e o Sketchpad têm efeitos positivos no desempenho dos alunos, permitindo explorar o mundo da matemática de forma mais ampla e profunda, e possibilitando torná-los capazes de pensar de forma crítica e criativa.
Tomaschko & Hohenwarter, 201	T Integrating Mobile and Sensory Technologies in Mathematics Education
	O Analisar os usos educacionais de sensores de dispositivos móveis para coleta de dados da vida real conectado ao GeoGebra para visualização e cálculos posteriores.

Áustria (Europa Central)	M Um design experimental em um “context-aware learning environment” ³ , dividindo os alunos em pequenos grupos de três, para observação e argumentações sobre os dados coletados pelos sensores, possibilitando que sejam utilizados em cálculos posteriores.
	R A integração da tecnologia nas sessões pode enriquecer a aprendizagem dos alunos de diferentes maneiras. Especialmente o uso de dispositivos móveis traz novas oportunidades ao ensino e à aprendizagem.

Tabela 3. Resultados da Revisão Sistemática de Literatura, elaborada pelos autores após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

Entende-se que a quantidade de bases de dados contempladas nesta pesquisa tenha sido adequada e a utilização do aplicativo GeoGebra no ensino e na aprendizagem da Geometria seja tema de muitos estudos. Entretanto, ainda que restringindo o uso do GeoGebra combinado com dispositivos móveis, esperava-se um número maior de artigos científicos sobre o tema. Sobreveio, então, a necessidade de complementar este estudo com uma outra pesquisa sobre o tema em questão.

3.2. Pesquisa bibliográfica complementar

Esta pesquisa bibliográfica complementar foi realizada em bases de dados de teses e dissertações em língua portuguesa, especificamente Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP)⁴ e Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (BTD-CAPES-Brasil)⁵, restrita aos estudos concluídos entre 2012 e 2022, refinando a equação de busca no título e resumo para “GeoGebra AND Smartphone”.

Ao aceder aos motores de busca dos repositórios supracitados em 14 de junho de 2022, utilizando as palavras-chave individualmente e de forma combinada, obteve-se os seguintes resultados apresentados na tabela 4.

Palavras-chave	RCAAP	BTD-CAPES
<i>GeoGebra</i>	267	1344
<i>Smartphone</i>	107	769
<i>GeoGebra AND Smartphone</i>	2	13

Tabela 4. Quantitativo parcial de documentos encontrados em RCAAP e BTD-Capes, elaborada pelos autores a partir dos resultados apresentados nos repositórios.

Após a leitura dos resumos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, já definidos por ocasião da RSL, dos 15 estudos encontrados na pesquisa, foram excluídos 9 documentos devido a: falta de acesso ao documento completo (1); estudos focados no perfil de professores e expectativas de alunos (2); estudos que não contemplarem o contexto da educação básica (4) e estudos duplicados por

³ O termo refere-se a “ambiente de aprendizagem sensível ao contexto” e significa que os alunos estão situados em um contexto do mundo real para que possam mergulhar no ambiente circundante.

⁴ O portal RCAAP constitui-se como um ponto único de pesquisa, descoberta, localização e acesso a milhares de documentos de carácter científico e académico, distribuídos por inúmeros repositórios portugueses.

⁵ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) disponibiliza o Catálogo de Teses e Dissertações defendidas em programas de pós-graduação *stricto sensu* do Brasil.

publicação em repositórios diferentes (2). Portanto, foram selecionados 6 documentos — envolvendo o GeoGebra e os dispositivos móveis (tabela 5) por ordem decrescente do ano de publicação, destacando os elementos: do Título (*T*), Objetivo (*O*), Metodologia (*M*) e Resultados (*R*) — que serão adicionados à base deste estudo.

Autores, ano	Corpus de análise
de Paula, 2021	T Investigações matemáticas com apoio do GeoGebra, em smartphone: Um estudo da função exponencial e de sua inversa
	O Investigar os desafios e as contribuições que o uso de atividades investigativas associadas aos princípios das metodologias ativas pode trazer para os processos de ensino e de aprendizagem, por meio de uma sequência didática (SD) que contemplou o uso do aplicativo GeoGebra, em smartphones.
	M A pesquisa foi de cunho qualitativo e por meio de uma intervenção pedagógica, com cinco instrumentais de coleta de dados: i) a observação; ii) a atividade de sondagem; iii) questionário inicial, para investigar os conhecimentos dos alunos a respeito do uso do smartphone e do aplicativo GeoGebra; iv) a atividade introdutória e as atividades investigativas e; v) o questionário final, para investigar a percepção dos alunos em relação à SD experimental.
	R A SD contribuiu para o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos participantes, ao apresentar o estudo da função Exponencial e de sua inversa de maneira dinâmica, interativa e contextualizada..
Bohrer,2020	T Uma proposta de estudo de função quadrática na Educação de Jovens e Adultos, integrando dispositivo móvel, WhatsApp e GeoGebra
	O Investigar as contribuições e desafios à integração do smartphone com o WhatsApp e o GeoGebra, no contexto educativo, para o estudo de Função Quadrática na Educação de Jovens e Adultos.
	M Perspectiva qualitativa, utilização de questionários, entrevistas e análise documental.
	R Foi despertado o interesse dos alunos e eles tiveram a oportunidade de participar, de forma ativa, como principais responsáveis pela construção do seu aprendizado.
Rodrigues, 2019	T O uso do GeoGebra 3D, versão para smartphone, no processo de ensino e de aprendizagem de Geometria Espacial
	O Analisar as contribuições de uma intervenção pedagógica por meio de sequências didáticas para a construção dos conceitos fundamentais de geometria espacial no ensino médio.
	M Uma abordagem de Pesquisa-ação Participante com caráter qualitativo.
	R Os resultados mostraram que uma abordagem interativa pode proporcionar aos alunos uma nova forma de enxergar o estudo da Geometria Espacial, bem como o ensino de Matemática como um todo, favorecendo significativamente a construção do conhecimento, e motivando principalmente os que apresentam mais dificuldade para a construção dos saberes matemáticos, a se envolverem no processo..
Duarte, 2018	T Utilização do GeoGebra, de smartphone e de reflexões escritas na construção de conceitos relacionados a retas cortadas por uma transversal
	O Analisar o desenvolvimento do pensamento matemático em uma prática docente que valoriza a escrita, a fala e a interação em atividades em papel e com o uso do GeoGebra em smartphone.
	M Abordagem qualitativa e coleta de dados por diário de observação e recolha documental.
	R Destaca-se o uso do GeoGebra em smartphone como recursos motivadores e desafiantes, que permitiram, além de observações articuladas dos conceitos previstos nas tarefas, outras inesperadas.
Nogueira, 2018	T O uso da calculadora gráfica GeoGebra no smartphone como ferramenta para o ensino das funções exponencial e logarítmica
	O Analisar o uso das ferramentas no ensino, verificando a capacidade do aplicativo em conduzir o aluno às definições e algumas propriedades dessas funções.
	M Análise quantitativa dos resultados obtidos pelos alunos nas atividades aplicadas.
	R O GeoGebra foi um facilitador da compreensão do conteúdo trabalhado, além de aumentar o interesse dos alunos, sendo uma ferramenta de grande potencial que serve de benefício para o trabalho do docente e para o aprendizado do aluno.
da Cruz, 2018	T Potencialidades da utilização do software GeoGebra para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais através do smartphone
	O Identificar e analisar as potencialidades da utilização do software GeoGebra através de dispositivos móveis, como instrumentos mediadores do entendimento do conteúdo de funções exponenciais fundamentado na teoria do aprendizado móvel.

M	Abordagem qualitativa com dados coletados por questionários e observações em diário de campo.
R	Essa mediação potencializou o desenvolvimento de habilidades matemáticas referentes aos conceitos e propriedades de funções exponenciais e permitiu determinar as características de seus gráficos.

Tabela 5. Resultados da Pesquisa Bibliográfica Complementar, elaborada pelos autores após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

Inicialmente, a pesquisa procurou abranger uma maior área geográfica e estudos escritos em português, inglês e espanhol, resultando 7 artigos produzidos em diferentes países, a partir da realização da RSL na primeira etapa. Ao ampliar a busca em repositórios de teses e dissertações de Portugal e Brasil, através de uma pesquisa bibliográfica complementar, foram adicionados 6 documentos, na segunda etapa da coleta de dados deste estudo. A análise e discussão dos 13 resultados encontrados poderá contribuir para a compreensão sobre as conclusões apresentadas pelos investigadores, objetivando conhecer os estudos já realizados sobre o tema e as possibilidades para pesquisas futuras.

4. Resultados e sua discussão

Os dados coletados foram tratados com ajuda do software de análise qualitativa webQDA.

A partir da nuvem das 20 palavras mais frequentes nos 13 documentos encontrados (figura 1), foi possível identificar e codificar categorias e subcategorias de análise, subjacente à análise de conteúdo a realizar.

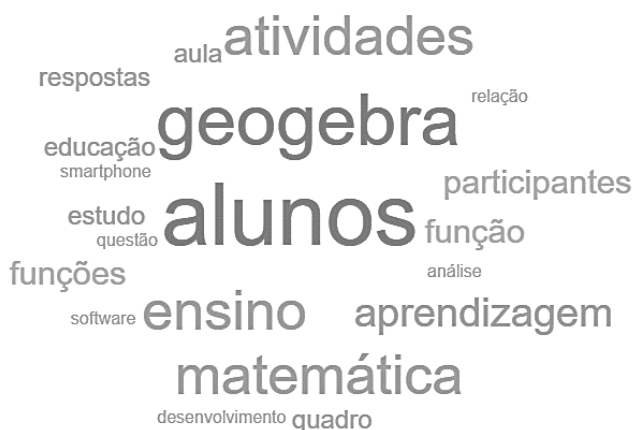


Figura 1. Nuvem das 20 palavras mais frequentes nos documentos selecionados.
Fonte: Gerada pelo autores com a utilização do software webQDA.

Destaque-se que a finalidade da análise de conteúdo permite “a inferência de conhecimento relativo às condições de produção (ou, eventualmente, de reprodução), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (Bardin, 2016, p. 44). Neste processo de inferência, o tratamento dos resultados “deve conduzir a análise da descrição (a enumeração das características do texto) à interpretação do conteúdo (o significado atribuído a essas características)” (Mattar & Ramos, 2021, p. 438–439).

Neste contexto, ao observar que os autores dos estudos se referem à Matemática, ao abordar a Geometria, optou-se por utilizar, nesta análise, o termo Matemática. Da mesma forma, optou-se por utilizar o termo Recursos Digitais ao se

referir à utilização do GeoGebra em dispositivos móveis. Desta forma, a análise foi estruturada em duas categorias, a saber: Matemática e Recursos digitais. Matemática foi dividida em quatro subcategorias (metodologia de ensino, mediação docente, motivação discente e desenvolvimento de competências) e Recursos digitais foi analisada nas subcategorias: acesso aos recursos, dinamicidade e interatividade, interação entre pares, manipulação do conteúdo e inovação pedagógica. Na plataforma webQDA, pelo cruzamento das duas categorias, foi gerada a matriz de referências que relaciona as subcategorias nos documentos estudados, conforme é possível verificar na figura 2.

MATEMÁTICA \ RECURSOS DIGITAIS	Metodologia de ensino	Mediação docente	Motivação discente	Desenvolvimento de competências
Acesso aos recursos	4	3	7	5
Dinamicidade e interatividade	8	5	6	6
Interação entre pares	3	4	5	4
Manipulação do conteúdo	5	6	6	3
Inovação pedagógica	6	8	5	6

Figura 2. Matriz de referências das categorias e subcategorias de análise.

Fonte: Gerada pelo autores com a utilização do software webQDA.

Ao estruturar os resultados das buscas para conhecer a visão dos investigadores sobre o tema, foram destacadas as principais contribuições que os recursos digitais (GeoGebra e *smartphones*) podem proporcionar ao ensino e à aprendizagem de Matemática (Geometria), relacionadas com cada uma das quatro subcategorias pré-definidas.

A mediação docente é estimulada pelo acesso dos alunos a recursos digitais, especialmente quando utilizam seus próprios *smartphones* em sala de aula. Além disso, a comunidade *GeoGebra* disponibiliza uma variedade de materiais já desenvolvidos, eliminando a necessidade de alocar tempo extra para criar recursos próprios (Alkhateeb & Al-Duwairi, 2019). Essa abordagem difere do cenário em laboratórios de informática educativa, onde os alunos raramente utilizam computadores de mesa (que nem sempre estão disponíveis). Ao explorar o GeoGebra em seus próprios dispositivos, os alunos já possuem conhecimento prévio das funcionalidades desses dispositivos móveis, o que facilita a interação com a ferramenta e a resolução dos problemas propostos. Estes estudos destacaram a utilização do GeoGebra em *smartphones* com um fator de motivação discente, pois os alunos podem usar seus dispositivos pessoais e o aplicativo para interagir com o ambiente ao seu redor, enquanto estão situados em contextos associados ao mundo real (Tomaschko & Hohenwarter, 2017). Deste modo, os professores podem aprimorar o processo de ensino e de aprendizagem, aumentando o engajamento e a motivação dos alunos (Kounlaxay et al., 2021).

Ficou evidente, em todos estudos considerados, que o aluno assumiu uma posição central nos respetivos processos educativos. Na compreensão de vários dos pesquisadores analisados, metodologias inovadoras contribuem para a motivação discente e a interação entre os alunos. Relativamente ao ensino de matemática, especificamente da Geometria, observa-se que a metodologia que tira partido do GeoGebra em *smartphones* em sessões didáticas foi compreendida como uma inovação pedagógica, designadamente, por estimular o interesse dos alunos e

promover a sua participação ativa na aprendizagem. Veja-se o relato de Bohrer em sua investigação - “o interesse dos alunos foi despertado, por se tratar de uma forma inovadora de ensino, e eles tiveram a oportunidade de participar, de forma ativa, como principais responsáveis pela construção do seu aprendizado” (Bohrer, 2020, p. 8). Em contextos escolares, em que não há acesso estrutural aos recursos digitais, é libertador ver “a felicidade e o entusiasmo dos estudantes em realizar uma atividade utilizando seu próprio smartphone, mostrando a eles que é possível utilizar as TIC na aprendizagem e na construção de seu próprio conhecimento” (Duarte, 2018, p. 86).

A utilização do software GeoGebra nos *smartphones* em sala de aula, ao permitir que os alunos, através da dinamicidade e da interatividade, conectem a matemática ao mundo, explorem explicações e apliquem diferentes conceitos e habilidades práticas, rompe com o ensino tradicional. O aplicativo permite ver e manipular objetos matemáticos além de alternar entre funcionalidades 2D e 3D (Alkhateeb & Al-Duwairi, 2019; Kounlaxay et al., 2021; Rodrigues, 2019). Alguns destes estudiosos convergiram no entendimento de que trazer recursos digitais para a sala de aula permite aos alunos exercerem seu protagonismo de forma autônoma, refletindo, analisando e buscando soluções para situações de sua realidade, por meio de discussões em grupos e compartilhamento de ideias (Alkhateeb & Al-Duwairi, 2019; Bohrer, 2020; de Paula, 2021). Paraphrasing de Paula (2021), o GeoGebra, por ser dinâmico e interativo, estimula a autonomia dos estudantes através da manipulação do conteúdo, o que torna as atividades mais interativas e dinâmicas, contribuindo para desenvolver nos alunos competências matemáticas transversais e específicas da Geometria.

O GeoGebra em dispositivos móveis pode proporcionar aos alunos uma nova forma de perceber o ensino e a aprendizagem de matemática como um todo. Como reforça Rodrigues (2019, p. 65), “favorecendo significativamente a construção do conhecimento, e motivando principalmente os que apresentam mais dificuldade para a construção dos saberes matemáticos, a se envolverem no processo”. Nesses estudos, a ação pedagógica desenvolvida, associando o uso do GeoGebra ao smartphone, “potencializou um aprendizado diferenciado para os participantes” (da Cruz, 2018, p. 150), apresentando-se como uma proposta que poderá ampliar as potencialidades do ensino e da aprendizagem de matemática em sala de aula na educação básica, sejam em escolas públicas ou particulares.

5. Conclusão

A revisão sistemática de literatura, complementada com uma pesquisa estruturada em literatura cinzenta (*grey literature*), visava conhecer alguns estudos sobre a utilização do software GeoGebra, designadamente associado ao smartphone, no ensino e na aprendizagem da Geometria na Educação Básica (Ensino Fundamental – anos finais – e Ensino Médio).

Os resultados apresentados convergem para as expectativas deste estudo, ao apontarem contributos sobre a utilização do GeoGebra em dispositivos móveis, sobretudo *smartphones*, no ensino e na aprendizagem de matemática (Geometria). Relatam amplas possibilidades de aplicação destes recursos digitais e suas contribuições para um ensino mais inovador e consequente, como nítidas vantagens para a motivação e autonomia do aluno, o seu protagonismo na construção do conhecimento e no desenvolvimento de inúmeras capacidades e atitudes.

Retomando a questão norteadora que motivou esta pesquisa, após a apresentação e análise dos resultados obtidos, ficou manifesto que a utilização do GeoGebra em *smartphones* em sala de aula, como recursos pedagógicos bem definidos, contribui positivamente para o ensino e a aprendizagem da Geometria, favorecendo o desenvolvimento de competências de uma forma mais atrativa, dinâmica e interativa. A utilização do GeoGebra em dispositivos móveis é uma abordagem que rompe com o ensino tradicional. Por meio da dinamicidade e interatividade proporcionadas pelo GeoGebra, os alunos conseguem conectar a matemática ao mundo ao seu redor. Podem explorar explicações, aplicar diferentes conceitos e desenvolver habilidades práticas de forma mais envolvente e contextualizada. Essa integração da tecnologia móvel no ensino de matemática é um passo significativo na aprendizagem da Geometria.

A pouca quantidade de estudos encontrados focados na temática, tendo em conta os critérios definidos, sugere a necessidade do desenvolvimento de novas investigações focadas numa abordagem inovadora da Geometria que tire proveito do GeoGebra em dispositivos móveis, em ambientes formais de educação.

6. Referências

- Agnes, K.-H., Bossu, C., Tim, C., Rebecca, Ferguson Elizabeth, F., Mark, G., Christothea, Herodotou Bart, R., Julia, S., Eileen, S., Jinlan, T., Qi, W., Denise, W., & Shuai, Z. (2021). *Innovating Pedagogy 2021: Open University Innovation Report 9* (p. Milton Keynes: The Open University). https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/4e498b2d-4ed4-4991-ae20-e1e0f5975cfd_innovating-pedagogy-2021.pdf
- Alkhateeb, M. A., & Al-Duwairi, A. M. (2019). The Effect of Using Mobile Applications (GeoGebra and Sketchpad) on the Students' Achievement. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 523–533. <https://doi.org/10.29333/iejme/5754>
- Barbosa, N. M., & Sant'Ana, É. da C. (2020). Experimentação didática visando o ensino de Geometria Analítica utilizando *smartphones*: Uma adaptação do Projeto Reforço Escolar com o aplicativo GeoGebra. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, 6(2), e2007. <https://doi.org/10.35819/remat2020v6i2id4177>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (1. ed.). [tradução: Luis Antero Reto, Augusto Pinheiro]. São Paulo : Edições 70 - Almedina Brasil.
- Bates, A. W. (2017). *Educar na era digital [livro eletrônico]: Design, ensino e aprendizagem* (1. ed.). [tradução João Mattar]. Artesanato Educacional (Coleção tecnologia educacional; 8). http://www.abed.org.br/arquivos/Educar_na_Era_Digital.pdf
- Bohrer, A. (2020). *Uma proposta de estudo de função quadrática na Educação de Jovens e Adultos, integrando dispositivo móvel, WhatsApp e GeoGebra* [PhD Thesis, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Brasil)]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=9247282#
- Brum, A. de L., & Pereira, E. C. (2018). Construção de novos espaços de aprendizagem com a inserção dos dispositivos móveis. *Educação Matemática em Revista (emr)*, 23(59), 69–85.
- Caligaris, M. G., Schivo, M. E., & Romiti, M. R. (2015). Calculus & GeoGebra, an Interesting Partnership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1183–1188. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.735>

- Cleophas, M. D. G., Cavalcanti, E. L. D., de Souza, F. N., & Leão, M. B. C. (2015). M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 8(4), 188–207. <https://doi.org/10.3895/rbect.v8n4.2752>
- Couto, E. S., Couto, E. S., & Cruz, I. de M. P. (2020). #FIQUEEMCASA: EDUCAÇÃO NA PANDEMIA DA COVID-19. *Interfaces Científicas - Educação*, 8(3), 200–217. <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v8n3p200-217>
- da Cruz, A. M. (2018). *Potencialidades da utilização do software GeoGebra para o desenvolvimento do conteúdo de funções exponenciais através do smartphone* [PhD Thesis, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Brasil)]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6520332#
- de Paula, C. M. M. (2021). *Investigações matemáticas com apoio do GeoGebra, em smartphone: Um estudo da função exponencial e de sua inversa* [PhD Thesis, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Brasil)]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11383723
- Duarte, R. C. B. C. (2018). *Utilização do GeoGebra, de smartphone e de reflexões escritas na construção de conceitos relacionados a retas cortadas por uma transversal* [PhD Thesis, Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP)]. <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/2618>
- Freire, P. (2021). *Pedagogia da autonomia*. Editora Paz e Terra.
- GeoGebra. (2024). *O que é o GeoGebra?* <https://www.geogebra.org/about>
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa* (6º ed). Editora Atlas. <https://www.amazon.com.br/Elaborar-Projetos-Pesquisa-Antonio-Carlos/dp/8597012617>
- Gough, D., Thomas, J., & Oliver, S. (2012). Clarifying differences between review designs and methods. Em *Systematic Reviews* (1(1), 28, Vol. 1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-1-28>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews. *Keele University Technical Report, 2004*, 1–26.
- Kounlaxay, K., Shim, Y., Kang, S. J., Kwak, H. Y., & Kim, S. K. (2021). Learning media on mathematical education based on augmented reality. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 15(3), 1015–1029. <https://doi.org/10.3837/tiis.2021.03.011>
- Leite, E. A. M., Lencastre, J. A., & Silva, B. D. (2020). Revisão sistemática: Estilos de aprendizagem como estratégia de elaboração de cursos na modalidade de educação a distância no ensino superior. *Research, Society and Development*, 9(3), e172932339. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2339>
- Manuel, P., & De La Serna, C. (2011). *Selección de monografías sobre Tecnologías de la Información y la Comunicación y Educación. Para saber más*. 2011.
- Mattar, J., & Ramos, D. K. (2021). *Metodologia da pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas, quantitativas e mistas* (1. ed.). São Paulo: Edições 70 - Almedina Brasil.
- Nogueira, E. L. P. (2018). *O uso da calculadora gráfica GeoGebra no smartphone como ferramenta para o ensino das funções exponencial e logarítmica* [PhD Thesis]. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25377>

- Ramos, A., Faria, P. M., & Faria, Á. (2014). Revisão sistemática de literatura: Contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. *Revista Diálogo Educacional*, 14(41), 17. <https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.ds01>
- Rodrigues, T. V. (2019). *O uso do GeoGebra 3D, versão para smartphone, no processo ensino aprendizagem de Geometria Espacial* [PhD Thesis, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Brasil)]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7825744
- Saur-Amaral, I. (2012). *Revisão sistemática da literatura com apoio de Endnote e NVivo*. Lisboa: Bubok. <https://www.bubok.pt/livros/5437/revisao-sistemica-da-literatura-com-apoio-de-endnote-e-nvivo>
- Sychocki da Silva, R., & Dos Reis Pinto, S. (2019). Funções quadráticas e tecnologías móveis: Ações cooperativas em um experimento no ensino médio. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 14(1), 108–125. <https://doi.org/10.14483/23464712.13317>
- Tomaschko, M., & Hohenwarter, M. (2017). Integrating mobile and sensory technologies in mathematics education. *ACM International Conference Proceeding Series*, 39–48. <https://doi.org/10.1145/3151848.3151866>
- Traxler, J. (2005). *Defining mobile learning Related papers Design for Mobile and Wireless Technologies*. 261–266.
- UNESCO. (2014). *Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel* (R. Brossard, Trad.). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227770>
- Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime Rwibasira, M. (2022). Effect of GeoGebra Software on Secondary School Students' Achievement in 3-D Geometry. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5749–5765. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10852-1>
- Vaillant, D., Zidán, E. R., & Biagas, G. B. (2020). Uso de plataformas y herramientas digitales para la Enseñanza de la Matemática (The use of platforms and digital tools for the teaching of mathematics). *Ensaio*, 28(108), 718–740.
- Wan Salleh, M., & Sulaiman, H. (2013). A survey on the effectiveness of using GeoGebra software towards lecturers' conceptual knowledge and procedural mathematics. *AIP Conference Proceedings*, 1522(2013), 330–336. <https://doi.org/10.1063/1.4801143>