



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA E INFORMÁTICA
CURSO MATEMÁTICA LICENCIATURA

RAISSA CAMPOS DE SOUSA
VICTOR ARIEL DE OLIVEIRA CARVALHO

**O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO**

São Luís - MA
2025

RAISSA CAMPOS DE SOUSA
VICTOR ARIEL DE OLIVEIRA CARVALHO

**O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Matemática Licenciatura da Universidade Estadual do
Maranhão para a obtenção do título de licenciados em
Matemática.

Orientador(a): Profa. Esp. Laine Silva Ramos

São Luís - MA

2025

Sousa, Raissa Campos de

O uso do geogebra no ensino de geometria espacial: uma sequência didática investigativa para o ensino médio. / Raissa Campos de Sousa, Victor Ariel de Oliveira Carvalho. – São Luis, MA, 2025.

77 f

TCC (Graduação em Matemática Licenciatura) - Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Profa. Esp. Laine Silva Ramos.

1.Sequência Didática Investigativa. 2.GeoGebra. 3.Geometria Espacial. 4.Ensino Médio. I.Carvalho, Victor Ariel de Oliveira. II.Título.

CDU: 373.5:514

RAISSA CAMPOS DE SOUSA
VICTOR ARIEL DE OLIVEIRA CARVALHO

**O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DE GEOMETRIA: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de
Matemática Licenciatura da Universidade Estadual do
Maranhão para a obtenção do título de licenciados em
Matemática.

Aprovado em:

Documento assinado digitalmente
 **LAINE SILVA RAMOS**
Data: 14/01/2026 00:20:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Esp. Laine Silva Ramos (Orientadora)
Mestranda em Educação PPGE/UEMA
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **MAURO GUTERRES BARBOSA**
Data: 13/01/2026 10:01:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Mauro Guterres Barbosa (Examinador I)
Doutor em Educação em Ciências e Matemática
Universidade Estadual do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA SILVA BRANDÃO**
Data: 14/01/2026 14:59:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Fernanda Silva Brandão
Doutora em Geologia
Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS¹

Agradeço a Deus por Sua bondade e misericórdia, pois Sua proteção e cuidado me trouxeram até esta etapa tão importante. Foi pela Sua graça que pude realizar este sonho.

Aos meus pais, Raimundo Nonato Araújo de Sousa e Roseane de Fátima Barros de Sousa e à minha bisavó, Joana Araújo Borges, cada passo desta trajetória foi sustentado pelo amor incondicional, pelos sacrifícios silenciosos e pelo tempo dedicado à minha formação.

Aos meus irmãos, Railson Campos de Sousa, Raylla Campos de Sousa e Rallison Renan Campos de Sousa, agradeço o apoio permanente. De modo particular a Raylla, cuja força diante dos desafios da hemodiálise se tornou exemplo vivo de coragem e determinação.

Estendo meus agradecimentos às minhas tias, Edna Rosa Araújo dos Santos e Raymara dos Santos Melônio, cujo acolhimento e incentivo foram determinantes desde o início da minha trajetória universitária.

Registro, com o coração cheio de saudade, minha gratidão ao meu tio Aureliano Campos Bata (in memoriam) e à sua esposa Kellyane Moraes (in memoriam), minha querida tia. Eles foram amor, apoio e força. Sua partida cruel e injusta deixou um vazio, mas também a coragem e o carinho que me sustentam até hoje. Esta conquista é, para sempre, também deles.

Registro ainda minha gratidão aos professores que contribuíram significativamente para minha formação, Rayane de Jesus Santos Melo, Sandra Imaculada Moreira Neto e Raimundo Martins Reis Neto, pela dedicação e pelos ensinamentos compartilhados.

De maneira especial, agradeço ao Professor Mauro Guterres Barbosa, meu orientador no PIBID. Sua orientação paciente, seus conselhos e sua firmeza foram fundamentais para meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Aos colegas do curso de Matemática e aos amigos que caminharam comigo, Elessandro Dutra Sousa, Ana Lúcia de Souza Silva, Glória Emelly de Oliveira Cruz, Emerson Lima Mendonça e Hosana Bianca Malheiro Moraes, agradeço pelas experiências partilhadas, pela amizade e pelo apoio que tornaram essa caminhada mais leve. Ao amigo e companheiro de trabalho, Victor Ariel de Oliveira Carvalho, deixo meu sincero agradecimento pela parceria, incentivo e dedicação ao longo da construção deste TCC. A jornada foi desafiadora, mas concluímos com êxito graças ao esforço conjunto.

¹ Raissa Campos de Sousa

Por fim, agradeço à minha orientadora, Laine Silva Ramos, por sua disponibilidade, paciência e dedicação. Sua orientação segura e sensível foi imprescindível para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS²

Agradeço, profundamente, aos meus pais, David Gonçalves de Lima Texeira e Aurelandia Neves de Oliveira, e os meus avôs, Raimundo Dutra Xavier, Maria Clene Ferreira Neves, Raimundo Gonçalves Teixeira e Rosa Gonçalves Lima Teixeira, pelos seus apoios ao longo de todos esses anos que estive aos seus lados e que me moldaram não apenas como ser, mas como a pessoa que sou hoje e como serei no futuro. Aos meus irmãos, Camila de Oliveira Gonçalves, Isabela de Oliveira Gonçalves, Lucas David de Oliveira Gonçalves, e ao meu primo, Henrique Bibiano Delamarque Texeira, por todo apoio que me deram, mesmo estando longe o carinho deles sempre estiveram mais perto do que nunca.

Estendo os meus agradecimentos a todos os meus tios e tias, que sempre estiveram ao meu lado e sempre me apoiaram, mas destaco o meu tio Rafael Gonçalves Lima Texeira por ter sido um dos pontos motivadores por seguir a graduação e uma inspiração como professor.

Durante a graduação tive a oportunidade de ter professores incríveis e que moldaram meu ser profissional, a Rayane de Jesus Santos Melo, Sandra Imaculada Moreira Neto e Raimundo Martins Reis Neto, por todos os seus ensinamentos e serem um grande marco na minha vida.

Destaco o Professor Mauro Guterres Barbosa, meu orientador do PIBID. Graças aos seus ensinamentos e aconselhamentos, pois foi graças a isso que hoje posso ser o professor que sou hoje e ter em mente o quão melhor posso me tornar, pois “A melhor aula sempre será a próxima” e todo dia é um dia para ser melhor.

Essa história não pertence somente a mim, mas a todos os amigos e companheiros que pude criar fortes laços durante esses longos anos, Hosana Bianca Malheiro Moraes, Ana Lúcia de Souza Silva, Glória Emelly de Oliveira Cruz, Emerson Lima Mendonça, Elessandro Dutra Sousa, Clayson Rhoni Gabriel Pereira França e todos os outros que pude colocar, agradeço por todo carinho, apoio que me deram e por ter feito essa jornada a melhor. A amiga e compatriota, Raissa Campos de Sousa, por ter feito parte dessa jornada desafiadora, cheia de complicações e conquistarmos juntos esse TCC.

² Victor Ariel de Oliveira Carvalho

Encerrando, agradeço profundamente a minha orientadora, Laine Silva Ramos, por ter decidido embarcar nesse navio tão turbulento e ter sido a timoneira que nos guiou a essa grande conquista, mesmo com tantos desafio e imprevistos, foi graças a ela que esse trabalho pode ser realizado.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender as características de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) articulada ao uso do software GeoGebra para o ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio. A pesquisa foi orientada pela seguinte pergunta norteadora: *Quais características de uma SDI que utiliza o GeoGebra podem ser evidenciadas no processo de ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio?* Para responder a essa questão, realizou-se um levantamento nas Comunicações Científicas do XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), com foco em estudos que envolvem GeoGebra, Geometria e práticas investigativas. Os resultados evidenciaram que, embora existam diversas produções relacionadas ao software, poucas articulam simultaneamente esses três elementos, reforçando a pertinência da proposta desta pesquisa. O levantamento mostrou que o GeoGebra favorece a visualização espacial, a compreensão de sólidos, propriedades geométricas e relações métricas, especialmente quando inserido em atividades investigativas que estimulam exploração, manipulação e formulação de conjecturas. A partir dessas evidências, foi elaborada uma SDI que integra o uso do recurso digital à investigação matemática, demonstrando potencial para promover aprendizagens significativas em Geometria Espacial no Ensino Médio.

Palavras chaves: Sequência Didática Investigativa. GeoGebra. Geometria Espacial. Ensino Médio.

ABSTRACT

This research aims to develop an Investigative Didactic Sequence (SDI) that integrates GeoGebra and the exponential function, in order to understand the characteristics of the sequence's development using this software as a tool for teaching the proposed mathematical content. To support this investigation, an analysis was conducted on the use of Information and Communication Technologies (ICTs) in the classroom, the features of GeoGebra, and the possibilities of employing it as a didactic resource in Mathematics education. A research survey was also carried out by examining scientific communications published in the Proceedings of the National Meeting on Mathematics Education (ENEM) from the 10th to the 14th editions, focusing on studies involving the use of GeoGebra in the teaching and learning of functions, particularly the exponential function. The research methodology adopted was qualitative, bibliographic, and exploratory, seeking to understand how the SDI can be articulated through the use of the software in relation to the exponential function. The study highlights the relevance of adopting new methodologies supported by technological tools in Mathematics classes. The results indicate the importance of planning and organizing sequenced and interconnected lessons; promoting active student participation; encouraging problem solving; developing critical thinking; fostering collaboration in the classroom; and stimulating investigation of the mathematical concept under study.

Keywords: Investigative Didactic Sequence; GeoGebra; Exponential Function; Mathematics Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interface do GeoGebra	18
Figura 2 - Campo de interação do GeoGebra	45
Figura 3 - Prismas	46
Figura 4 - Pirâmides.....	46
Figura 5 - Cilindro	47
Figura 6 - Cone	48
Figura 7 - Fuso e cunha esférica	49
Figura 8 - Secção do prisma.....	50
Figura 9 - Secção da pirâmide	50
Figura 10 - Secção do cilindro.....	51
Figura 11 - Secção do cone.....	52
Figura 12 - Secção da esfera	52
Figura 2 - Campo de interação do GeoGebra	63
Figura 3 - Prismas	65
Figura 4 - Pirâmides	66
Figura 5 - Cilindro	67
Figura 7 - Fuso e cunha esférica	69
Figura 8 - Secção do prisma.....	70
Figura 9 - Secção da pirâmide	71
Figura 10 - Secção do cilindro.....	72
Figura 11 - Secção do cone.....	73
Figura 12 - Secção da esfera	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	Fases das Tecnologia Digitais.....	13
2.2	O uso das TDIC no ensino de Matemática com base em documentos oficiais.....	15
2.3	GeoGebra: características, evolução e aplicações educacionais	17
2.4	Estrutura da interface do GeoGebra	18
2.5	GeoGebra para o Ensino de Geometria	19
3	METODOLOGIA	21
4	ANÁLISE DAS COMUNICAÇÕES ENCONTRADAS	25
4.1	Uso do GeoGebra no ensino de Geometria no XIV ENEM	26
4.2	Uso do GeoGebra no Ensino Médio no XIV ENEM	33
4.3	Uso do GeoGebra como recurso didático para o ensino de Geometria no Ensino Médio no XIV ENEM	35
4.4	Aproximações e complementaridades das pesquisas do XIV ENEM	39
5	SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) E SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI).....	40
5.1	Estrutura e organização de uma SDI	41
5.2	SDI no ensino de Geometria com uso do software GeoGebra	42
5.3	Estrutura e organização da SDI.....	43
5.4	ATIVIDADE 1: Apresentação do software GeoGebra	44
5.5	ATIVIDADE 2: Construção de prismas e pirâmides.....	45
5.6	ATIVIDADE 3: Construção do cilindro, cone e esfera	47
5.7	ATIVIDADE 4: Secções Transversais das figuras	49
6	ANÁLISES E REFLEXÕES DA SDI ELABORADA	53
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE - REFLEXÕES SOBRE A SDI.....	61
6.1	ATIVIDADE 1: Apresentação do software GeoGebra	63
6.2	ATIVIDADE 2: Construção de prismas e pirâmides.....	64
6.3	ATIVIDADE 3: Construção do cilindro, cone e esfera	66
6.4	ATIVIDADE 4: Secções Transversais das figuras	70

1 INTRODUÇÃO

A Geometria Espacial, por tratar de figuras em três dimensões, exige dos estudantes habilidades de visualização e abstração que muitas vezes não são facilmente desenvolvidas (Santos, 2014). Esse desafio se manifesta com frequência no Ensino Fundamental e Médio, onde muitos alunos enfrentam dificuldades para imaginar e compreender formas geométricas em um espaço tridimensional. Tal dificuldade é agravada pelo fato de que, em grande parte das aulas, os professores ainda recorrem a representações bidimensionais no quadro, que nem sempre conseguem transmitir com clareza as noções de profundidade e volume. Como destaca Souza (2014, p. 03), “em uma era de tecnologia e comunicação, onde temos à nossa disposição diversos recursos facilitadores, o ensino da geometria espacial ainda não é bem compreendido por grande parte dos estudantes”.

Diante desse cenário, propomos o uso do software GeoGebra como uma ferramenta pedagógica inovadora no ensino de Geometria Espacial, especialmente no contexto do Ensino Médio. O GeoGebra oferece uma experiência interativa e dinâmica, permitindo aos alunos visualizarem, manipularem e explorarem objetos geométricos em três dimensões de forma concreta, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da compreensão espacial e tornando o aprendizado atrativo. Considerando o amplo acesso que os estudantes têm a dispositivos móveis, torna-se pertinente integrar essas tecnologias ao processo de ensino-aprendizagem de maneira estratégica e significativa.

A utilização do GeoGebra favorece o rompimento com o modelo tradicional de ensino, no qual o professor é visto como a única fonte de conhecimento e o aluno assume um papel passivo (Souza, 2014). Com o uso de tecnologias educacionais, esse cenário começa a se transformar, promovendo uma aprendizagem ativa e centrada no estudante. Nesse sentido, Freire (2001, p. 98) destaca que “a educação não se reduz à técnica, mas não se faz educação sem ela. Utilizar computadores na educação, em lugar de reduzir, pode expandir a capacidade crítica e criativa de nossos meninos e meninas”. Complementando essa visão, Maltempi (2008) argumenta que a prática pedagógica deve evoluir de um modelo centrado no professor para outro que privilegie o protagonismo dos estudantes, potencializado pelo uso de ferramentas digitais, que permitem o desenvolvimento de competências como autonomia, criatividade e resolução de problemas.

O uso de softwares como o GeoGebra pode se tornar um recurso valioso nesse contexto. Para Hohenwarter (2014, p. 11), “o software de matemática dinâmico GeoGebra oferece a possibilidade de gerar applets interativos para meios de aprendizagem. Seus gráficos, álgebra,

álgebra de computador e planilha combinam representações matemáticas múltiplas de maneira interativa e conectada”. Isso permite aos alunos visualizarem conceitos matemáticos, além de interagir com diferentes formas de representação de objetos geométricos. Alves (2007, p. 2) reforça que “a utilização do computador ainda possibilita criar ambientes que fazem surgir novas formas de pensar e agir”, especialmente quando se trata de ferramentas que permitem a visualização e manipulação de objetos geométricos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância da tecnologia no processo educacional, destacando a necessidade de compreensão, uso e criação de tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (Felcher, 2021). Nesse sentido, o GeoGebra se apresenta como ferramenta integrada à construção do saber, e não apenas como complemento didático.

Além disso, o levantamento das produções científicas apresentadas no XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (2022) evidenciou que o uso do GeoGebra no ensino de Geometria, em diferentes níveis e contextos, favorece a visualização espacial, a compreensão conceitual e a aprendizagem investigativa. A partir dessa análise, constatamos a necessidade de explorar Sequências Didáticas Investigativas (SDI) que articulem o uso do software GeoGebra de forma intencional, investigativa e significativa, consolidando sua relevância pedagógica no Ensino Médio.

Dessa forma, objetivamos compreender as características de uma Sequência Didática Investigativa que articula o uso do GeoGebra no ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio. O problema que norteia esta pesquisa pode ser formulado da seguinte maneira: *Quais características de uma Sequência Didática Investigativa que utiliza o GeoGebra podem ser evidenciadas no processo de ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio?* Como hipótese, consideramos que, por meio do GeoGebra, o professor poderá apresentar aos alunos figuras geométricas espaciais, seus elementos e propriedades, assim como os modelos matemáticos envolvidos no cálculo de áreas e volumes, de maneira dinâmica e interativa, permitindo que os estudantes manipulem as figuras e observem, em tempo real, alterações e efeitos nas representações gráficas, consolidando os conceitos.

Sob a perspectiva do aluno, o uso do GeoGebra favorece não apenas a compreensão das principais características das figuras espaciais, mas a familiarização com uma ferramenta digital potente e versátil, promovendo aprendizagem ativa, autonomia e capacidade de estabelecer conexões entre diferentes áreas da Matemática.

Mediante o exposto acima, destacaremos a trajetória e a relevância do uso das TDIC no ensino, com ênfase em sua implantação e nos avanços ocorridos no contexto educacional

brasileiro desde a década de 1970 até os dias atuais. Serão discutidos os impactos dessas tecnologias na educação, evidenciando como ferramentas digitais, como o GeoGebra, têm contribuído para o ensino e a aprendizagem da Matemática especialmente da Geometria.

Será abordado o papel do professor nesse processo, ressaltando a importância de uma formação pedagógica e técnica que possibilite o uso crítico e significativo das tecnologias. Tal perspectiva busca favorecer o desenvolvimento de metodologias ativas, a aprendizagem colaborativa e o protagonismo dos estudantes.

Por fim, será apresentada a evolução do uso das TDIC na educação brasileira, destacando as diferentes fases da tecnologia digital e o papel do GeoGebra no ensino da Matemática, bem como a necessidade contínua de formação docente voltada à integração pedagógica das tecnologias.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção tratará da evolução das tecnologias digitais na educação, apresentando as cinco fases do desenvolvimento tecnológico e seus impactos no processo de ensino e aprendizagem. Será destacado o papel do GeoGebra como uma das principais ferramentas digitais voltadas ao ensino da Matemática, especialmente no Ensino Médio, conforme orientam os Parâmetros Curriculares Nacionais, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular do Território Maranhense (DCTMA). Por fim, a seção abordará como o uso do GeoGebra no ensino de Geometria contribui para tornar as aulas dinâmicas, interativas e significativas, promovendo o protagonismo dos alunos e favorecendo o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais à formação matemática.

2.1 Fases das Tecnologia Digitais

O uso das tecnologias no ensino vem sendo discutido desde a década de 1970, conforme aponta a *Cartilha Informática*, elaborada em parceria entre a Universidade de Brasília (UnB) e o Ministério da Educação. Esse debate começou com a chegada dos primeiros computadores às universidades brasileiras, durante o período da ditadura militar. Nesse contexto, ocorreram diversas mudanças educacionais, entre elas a adoção do modelo de ensino tecnicista, cujo principal objetivo era preparar os alunos para atender às demandas do mercado de trabalho (Scachetti, 2013).

Desde então, a evolução tecnológica tem se mostrado acelerada e impactante. Em poucas décadas, assistimos à transformação de celulares simples em dispositivos com desempenho equiparável ao de computadores de mesa. Segundo Borba (2016), esse avanço repercute diretamente na educação, podendo ser compreendido em cinco fases distintas das tecnologias digitais.

A primeira fase, situada na década de 1980, marca os primeiros passos rumo ao uso das tecnologias digitais em sala de aula. Nessa época, já se discutia a utilização de calculadoras no ensino e começavam a surgir os termos “Tecnologia e Informática” (TI). Um marco desse período foi o surgimento do software LOGO, por volta de 1985, que permitia a construção de figuras geométricas a partir de comandos programáveis. Contudo, de acordo com Borba (2016), o LOGO não obteve grande destaque ou disseminação significativa no cenário educacional da época.

A segunda fase teve início na primeira metade da década de 1990, com a popularização dos computadores pessoais. Esse momento gerou debates entre professores, alunos e a sociedade em geral sobre as possíveis aplicações dessas novas ferramentas tanto na educação quanto na vida cotidiana. No campo educacional, passaram a ser utilizados softwares educativos, especialmente voltados ao ensino de funções e geometria. Esses programas possibilitavam aulas interativas, com recursos de geometria dinâmica, nos quais os alunos podiam manipular figuras, construir gráficos e desenvolver uma aprendizagem visual e prática.

A terceira fase se estabeleceu por volta de 1999, com a consolidação dos termos “Tecnologia da Informação” (TI) e “Tecnologia da Informação e Comunicação” (TIC), e com a crescente disseminação da internet. A chegada da rede mundial de computadores representou um marco para o ensino, pois ampliou o acesso a cursos à distância, possibilitou a realização de atividades online e facilitou a pesquisa e o compartilhamento de informações. O acesso à comunicação digital promoveu o intercâmbio de ideias, discussões em larga escala e permitiu o aprimoramento dos softwares que haviam surgido na fase anterior.

A quarta fase teve início a partir de 2004, sendo caracterizada pela expansão do acesso à internet e pelo avanço nos softwares voltados ao ensino e à aprendizagem. Esses programas tornaram-se mais rápidos, acessíveis e com interfaces intuitivas, facilitando seu uso tanto por alunos quanto por professores. Dentre esses recursos, destaca-se o GeoGebra, que tem se consolidado como uma importante ferramenta educacional, apresentando constantes atualizações, melhorias em seu sistema e ganhando cada vez mais espaço no ensino da Matemática, especialmente no estudo da Geometria Espacial.

A quinta fase, iniciada em 2020, passa a enfatizar como se dará a construção do conhecimento e as reflexões acerca do impacto das tecnologias no período pós-pandemia da Covid-19. Nesse contexto, a presença de atores humanos e não humanos exige processos de adaptação, impulsionando o uso das Tecnologias Digitais (TD), ainda marcado por desigualdades de acesso. Observa-se, entretanto, o protagonismo dos vídeos digitais como a produção de vídeos, os festivais de vídeos e outros formatos audiovisuais que se consolidam como ferramentas capazes de estimular a criatividade dos estudantes, permitindo-lhes elaborar suas próprias ideias e fortalecer o senso de autonomia, sempre com mediação docente. Além disso, as transmissões ao vivo (lives) tornam-se um fenômeno emergente nas pesquisas e práticas educativas, como discutem Borba, Souto e Junior (2022).

2.2 O uso das TDIC no ensino de Matemática com base em documentos oficiais

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a tecnologia deve ser integrada ao ensino de Matemática como um recurso capaz de ampliar a exploração, a visualização e a compreensão dos conceitos, preparando o estudante para a sociedade contemporânea, na qual o pensamento matemático e o uso de ferramentas digitais tornam-se fundamentais. Os PCN enfatizam que softwares, calculadoras e computadores favorecem a investigação e a resolução de problemas, desenvolvendo autonomia intelectual e permitindo que os alunos compreendam procedimentos, analisem resultados e ampliem suas habilidades abstratas por meio de experimentos. Além disso, destacam que a tecnologia possibilita diferentes formas de representação matemática, por meio de simulações e manipulações dinâmicas, ao mesmo tempo em que ressignifica o papel do professor, que passa a atuar como mediador de aprendizagens significativas, estimulando a exploração, a formulação de conjecturas e a validação de estratégias.

Dentro dessa perspectiva formativa mais ampla, os PCN reconhecem que a escola representa, em menor escala, o próprio mundo social e seus desafios. Assim, torna-se indispensável que ela promova a “formação de indivíduos que possam exercer plenamente sua cidadania, participando dos processos de transformação e construção da realidade” (Brasil, 1998, p. 138), o que inclui o domínio crítico das tecnologias.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa concepção ao afirmar que o uso das tecnologias possibilita experiências diversificadas e favorecedoras da aprendizagem, fortalecendo a capacidade dos estudantes de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações. A BNCC prevê que as

TDIC devem ser incorporadas desde o Ensino Fundamental, articuladas ao desenvolvimento de competências relativas à análise de dados, ao pensamento computacional e à modelagem matemática. Nesse documento, destacam-se duas competências específicas relacionadas ao uso de tecnologias: a Competência 4, que envolve a análise e interpretação de dados quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais, e a Competência 5, que orienta o uso de processos e ferramentas matemáticas incluindo tecnologias digitais para modelar e resolver problemas do cotidiano e de outras áreas do conhecimento.

Do mesmo modo, as Diretrizes Curriculares de Matemática (DCTMA) apresentam uma perspectiva convergente ao defender que a incorporação de recursos tecnológicos potencializa a investigação, a visualização e a compreensão de conceitos matemáticos, proporcionando múltiplas representações, experimentações e práticas mais interativas. As diretrizes apontam que as TDIC favorecem a aprendizagem ativa, fortalecem o raciocínio lógico e ampliam a autonomia dos estudantes. Além disso, indicam que a tecnologia pode enriquecer a prática docente, diversificando metodologias e ampliando estratégias de mediação. A competência específica n.º 5 do DCTMA destaca a importância de modelar e resolver problemas cotidianos por meio de métodos matemáticos apoiados em tecnologias digitais. Nesse sentido, o professor deve “compreender e incorporar a cultura tecnológica, aproveitando as características dos diferentes veículos de comunicação e informação, objetivando a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, o aumento dos padrões de qualidade do ensino” (Maranhão, 2014, p. 82).

De modo geral, os PCN, BNCC e DCTMA convergem ao reconhecer que a tecnologia, no ensino de Matemática, deve assumir uma função estruturante e não apenas instrumental. Nos três documentos, destaca-se a importância de ferramentas como softwares educacionais (por exemplo, GeoGebra), calculadoras, planilhas eletrônicas e ambientes virtuais, capazes de favorecer aprendizagens dinâmicas, investigativas e contextualizadas. Em comum, esses documentos defendem que a integração das TDIC deve promover a compreensão conceitual, o desenvolvimento do pensamento crítico e a superação de práticas meramente transmissivas.

Essa compreensão é reforçada por Souza (2014), ao afirmar que a realidade virtual amplia as possibilidades pedagógicas ao oferecer ambientes flexíveis e interativos que enriquecem a experiência de aprendizagem. Para o autor, as tecnologias permitem ao professor repensar suas práticas, superando metodologias tradicionais e adotando abordagens inovadoras que valorizam o protagonismo dos estudantes. Maltempi (2008) corrobora essa visão ao destacar que a docência pode migrar de um modelo centrado no professor para outro que valoriza o papel ativo dos alunos, favorecendo aprendizagens mais significativas.

Borba e Penteado (2001) complementam essa discussão ao alertar que o uso de tecnologias não é apenas uma questão técnica, mas envolve processos investigativos, reflexivos e colaborativos. Segundo os autores, mesmo professores experientes podem se deparar com situações inesperadas ao trabalhar com tecnologias digitais, exigindo análise crítica, flexibilidade e, frequentemente, apoio de colegas.

Assim, a incorporação significativa das TDIC no ensino de Matemática revela-se essencial para ampliar as possibilidades de ensino e aprendizagem. Em uma realidade cada vez mais digital, as tecnologias permitem diversificar metodologias, envolver os alunos e promover uma aprendizagem mais ativa e contextualizada. No entanto, como apontam os documentos oficiais e os autores da área, a utilização dessas ferramentas deve ser intencional e alinhada aos objetivos pedagógicos, de modo a evitar práticas superficiais e garantir a efetiva transformação do processo educativo.

2.3 GeoGebra: características, evolução e aplicações educacionais

O GeoGebra é reconhecido mundialmente como um software de matemática dinâmica, livre e multiplataforma, concebido especialmente para o ambiente educacional. Desenvolvido por Markus Hohenwarter em 2001, o programa supera as limitações dos tradicionais softwares de geometria e álgebra ao integrar, de forma coesa, múltiplas representações matemáticas: geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatística e cálculo em uma única e acessível interface. Essa integração não é apenas funcional, mas constitui a base de sua potência didática.

Conforme discutido por Urdaneta apud Hohenwarter (2017), o desenvolvimento do GeoGebra reflete a necessidade de adaptação tanto a um público diversificado quanto às novas plataformas tecnológicas. Inicialmente planejado como uma aplicação única e abrangente, o software foi expandido para dispositivos Android em julho de 2017, acompanhando as mudanças no uso de tecnologias móveis na educação.

Essa expansão levou à segmentação do programa em diferentes aplicativos, como reação direta à percepção de complexidade por parte de alguns usuários. A versão única e completa, embora robusta, apresentava um grande número de ferramentas e menus que podia ser intimidador, especialmente para iniciantes ou para quem buscava funções específicas. Ainda que o GeoGebra disponha de uma ampla variedade de recursos que permitem explorar diversas áreas da matemática, isso não elimina a necessidade de o estudante dominar conceitos, fórmulas e comandos para construir soluções adequadas.

Para reduzir essa barreira de entrada e tornar o uso mais intuitivo, o GeoGebra passou a disponibilizar versões especializadas, organizadas em diferentes “calculadoras” (Calculadora Gráfica, Calculadora 3D, Calculadora Geométrica, entre outras). Essa segmentação possibilita ao usuário acessar apenas a ferramenta necessária para sua atividade, simplificando o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, essas versões foram adaptadas para diversas plataformas e podem ser utilizadas offline, ampliando a acessibilidade e a flexibilidade no contexto educacional.

2.4 Estrutura da interface do GeoGebra

A interface do GeoGebra caracteriza-se pela sua organização intuitiva, dinâmica e voltada à exploração visual dos conceitos matemáticos. Por ser um software multiplataforma, acessível tanto em computadores quanto em dispositivos móveis, sua estrutura foi desenvolvida para favorecer a interação direta do usuário com objetos geométricos, algébricos e gráficos, permitindo manipulações em tempo real. Essa característica é essencial para o processo de ensino e aprendizagem da matemática, sobretudo quando se busca promover a compreensão conceitual por meio da experimentação.

Figura 1 - Interface do GeoGebra



Fonte: Autores (2025)

Ao ser iniciado, o GeoGebra apresenta ao usuário uma janela principal (como mostra a Figura 1) estruturada em distintas áreas de trabalho que operam de maneira integrada e síncrona, configurando um ambiente de matemática dinâmica. Entre essas áreas, destacam-se a Janela de Visualização, a Janela Algébrica, a Entrada de Comandos e a Barra de Ferramentas, que juntas constituem a base operacional do software.

A Janela de Visualização é o espaço central de trabalho, destinado à construção e manipulação de representações geométricas, gráficas e funcionais. É nessa área que o estudante insere figuras, traça gráficos, altera parâmetros e realiza transformações, observando a dimensão espacial e visual dos objetos matemáticos em tempo real.

Paralelamente, a Janela Algébrica apresenta a representação simbólica dos objetos criados, exibindo valores numéricos, expressões, coordenadas e equações associadas. Essa dualidade de registros: geométrico e algébrico constitui a essência do potencial pedagógico do GeoGebra. Ao vincular de forma automática e contínua esses registros, o software favorece a conversão e a articulação entre diferentes representações semióticas, um processo indispensável para a compreensão matemática, conforme discutido por Duval (2009).

A Barra de Ferramentas, localizada na parte superior da interface, reúne ícones organizados em categorias funcionais, como: Pontos, Retas, Polígonos, Transformações Geométricas e Medições. Sua estrutura intuitiva, aliada às orientações oferecidas por cada ferramenta, torna o uso do software acessível mesmo aos estudantes com pouca familiaridade com ambientes computacionais.

Outro componente fundamental é o campo Entrada de Comandos, por meio do qual o usuário pode inserir expressões matemáticas, funções, coordenadas ou instruções específicas utilizando sintaxe algébrica. Essa característica permite combinar a manipulação direta de objetos (via interface gráfica) com a formalização algébrica, fortalecendo a aprendizagem ativa. A possibilidade de testar hipóteses, visualizar resultados instantaneamente e ajustar estratégias amplia o caráter investigativo do trabalho matemático.

De acordo com Gravina (2015, p.151), “um software geometria dinâmica pode provocar o espírito de investigação matemática. Sua interface interativa, aberta à exploração e à experimentação, provoca experimento de pensamento, diferentes daqueles que acontecem com o suporte do lápis e papel.”

Assim, a interface do GeoGebra transcende sua função operacional, consolidando-se como um ambiente favorável à aprendizagem significativa, uma vez que permite ao estudante visualizar, manipular e relacionar diferentes representações matemáticas de forma integrada, dinâmica e interativa.

2.5 GeoGebra para o Ensino de Geometria

No contexto do ensino de Matemática, os softwares educacionais têm se destacado como instrumentos eficazes especialmente no tratamento de objetos de conhecimento como

geometria, álgebra e funções. Ao oferecer representações visuais, dinâmicas e interativas, esses recursos favorecem a compreensão de conceitos abstratos e estabelecem conexões com situações concretas, promovendo uma aprendizagem ativa e contextualizada. Entre essas ferramentas, o GeoGebra é amplamente reconhecido por integrar, de forma simultânea, diferentes registros de representação geométrica, algébrica, numérica e gráfica possibilitando que o aluno transite entre elas e desenvolva uma compreensão significativa dos conceitos matemáticos.

A versatilidade e a facilidade de uso do GeoGebra fazem com que ele seja uma ferramenta potente para o ensino de Geometria. O software permite que os estudantes explorem propriedades geométricas e analíticas de maneira visual e experimental, realizando manipulações que, muitas vezes, seriam inviáveis por métodos tradicionais. Ao ajustar parâmetros e observar suas consequências em tempo real, o aluno vivencia uma aprendizagem exploratória, que estimula o pensamento crítico, a criatividade e a resolução de problemas. Essa abordagem está alinhada às orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância de utilizar tecnologias para investigar, modelar e resolver problemas matemáticos presentes no cotidiano.

No campo específico da Geometria, e sobretudo da Geometria Espacial, o GeoGebra tem-se consolidado como um recurso essencial para superar dificuldades relacionadas à visualização. Rogenski e Pedroso (2007) destacam que estudantes frequentemente apresentam limitações na representação, na percepção das relações entre objetos espaciais e na identificação de propriedades das figuras que compõem os sólidos. Assim, visualizar não se restringe ao ato de enxergar: envolve processos cognitivos de compreensão das estruturas, relações e transformações dos objetos matemáticos. Nesse sentido, a dinâmica das construções no GeoGebra permite manipular figuras, investigar invariantes e desenvolver habilidades de raciocínio dedutivo.

Além disso, o caráter dinâmico do software contribui para tornar as aulas atrativas, favorecendo a motivação dos estudantes. Como enfatizam Gravina e Basso (2010), as ferramentas de Geometria Dinâmica incorporam sistemas de representação que geram “objetos concreto-abstratos”: concretos porque podem ser manipulados na tela e abstratos porque respondem às elaborações mentais do estudante. Essa integração fortalece a compreensão conceitual e amplia as possibilidades de investigação matemática.

Hohenwarter (2014) ressalta que o GeoGebra possibilita a criação de applets interativos que articulam múltiplas representações em tempo real. Esses recursos ampliam a visualização de conceitos e permitem que os estudantes manipulem parâmetros, construam objetos e

observem de imediato as consequências dessas ações, proporcionando uma experiência de aprendizagem investigativa e significativa.

Entretanto, o uso pedagógico das tecnologias digitais exige mais do que acesso aos dispositivos. Figueiredo *et al.*, (2018) destacam que um dos principais desafios da sociedade digital é justamente a incorporação crítica e planejada desses recursos ao contexto escolar. Nesse cenário, Alves (2007) argumenta que ambientes computacionais ampliam as formas de pensar e agir, estimulando metodologias que favoreçam a criatividade, a experimentação e o raciocínio matemático. O GeoGebra se insere plenamente nesse contexto ao apoiar o professor na criação de situações de aprendizagem colaborativas, instigantes e conectadas às vivências dos estudantes.

É importante destacar, contudo, que a eficácia do uso dessas ferramentas depende da atuação do professor como mediador. O processo de ensino e aprendizagem envolve a interação entre docente, discente e objeto de conhecimento, como aponta o Referencial Curricular Nacional para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica, definidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), para o Ensino Médio (Brasil, 2006). Essa relação é permeada por subjetividades, expectativas e ritmos variados de aprendizagem, exigindo do professor não apenas domínio técnico, mas a sensibilidade pedagógica para selecionar, adaptar e orientar o uso do software conforme as necessidades dos alunos.

Nesse sentido, Morin (2000) enfatiza que educar implica preparar os sujeitos para enfrentar a incerteza e o imprevisto, desenvolvendo a capacidade de reorganizar saberes e de se adaptar às mudanças. A utilização de tecnologias educacionais, como o GeoGebra, demanda justamente essa postura: abertura a novas práticas, constante atualização e construção conjunta de sentidos no processo de aprender Matemática. Assim, o GeoGebra não apenas potencializa a visualização e a exploração geométrica, mas favorece uma educação matemática dinâmica, significativa e alinhada às demandas contemporâneas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, de natureza qualitativa, por buscar mapear, selecionar e analisar produções científicas sobre o uso do software GeoGebra como recurso didático no ensino de Geometria no Ensino Médio, considerando como recorte as comunicações do XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), realizado em 2022. Segundo Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica se desenvolve a partir de

obras e artigos já produzidos, permitindo compreender e aprofundar o conhecimento sobre determinado tema, oferecendo subsídios teóricos e críticos para a análise do problema estudado.

O percurso metodológico iniciou-se com um levantamento bibliográfico nos anais do evento, onde utilizamos como palavra-chave de busca o termo “*GeoGebra*”. Essa estratégia possibilitou um mapeamento inicial amplo, sem delimitação prévia quanto ao nível de ensino ou objeto de conhecimento matemático. Foram encontrados 23 pesquisas na modalidade Comunicação Científica e 3 pesquisas na modalidade relato de experiência. Estes últimos foram descartados, uma vez que o foco da investigação recai exclusivamente sobre as Comunicações Científicas.

Na sequência, procedeu-se à leitura dos resumos das comunicações com o objetivo de verificar sua pertinência ao objeto de estudo. Após essa análise preliminar, foram selecionados os trabalhos que estabeleciam relações entre GeoGebra, Geometria e Ensino Médio. Assim, apenas 15 Comunicações Científicas permaneceram alinhadas à pesquisa. Observou-se, contudo, que nem todas contemplavam simultaneamente as três dimensões, abordando, em alguns casos, apenas duas delas como: GeoGebra e Geometria ou GeoGebra e Ensino Médio.

A partir dessa constatação, organizamos as Comunicações Científicas em quadros categorizados, com o intuito de evidenciar as diferentes perspectivas identificadas no levantamento. Assim, 9 comunicações foram agrupadas na categoria ‘Uso do GeoGebra no ensino de Geometria’, 2 na categoria ‘Uso do GeoGebra no Ensino Médio’ e 4 na categoria ‘Uso do GeoGebra para o ensino de Geometria no Ensino Médio’.

A seguir, apresentamos as Comunicações Científicas que tratam do uso do GeoGebra no ensino de Geometria de forma ampla, contemplando diferentes níveis de ensino, sem restringir-se especificamente ao Ensino Médio (Quadro 1).

Quadro 1: Comunicações que tratam do uso do GeoGebra no ensino de Geometria no XIV ENEM

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVO
Dobraduras no GeoGebra: uma possibilidade de trabalho com argumentação na Educação Básica	Silveira e Notare (2022)	O objetivo deste artigo foi de analisar como os alunos aprendem as propriedades geométricas ao explorar dobraduras em um ambiente de geometria dinâmica, destacando o desenvolvimento de argumentação dos alunos.
A utilização conjunta do GeoGebra e da Realidade Aumentada como suporte pedagógico para as aulas de Geometria Espacial	Amorim <i>et al.</i> , (2022)	O objetivo dos autores foi mostrar como a utilização do software Geogebra e a tecnologia da Realidade Aumentada (RA) pode oferecer suporte pedagógico a

		professores e alunos nas aulas de Geometria Espacial.
A utilização do software GeoGebra como recurso didático para o ensino de Figuras Geométricas Planas	Braga, Lima e Dalto (2022)	O objetivo da pesquisa foi investigar como o uso de recursos didáticos no ensino de Figuras Geométricas Planas, buscou compreender como ocorre a aprendizagem desses conteúdos por meio de uma sequência didática.
Investigando a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer: Potencialidades do software Geogebra.	Santos, Souza e Ramos (2022)	O objetivo da pesquisa era mostrar que a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer equivale a 180° .
Pitágoras, GeoGebra e Smartphone: Uma estratégia contemporânea de ensino para estudantes do 9º ano do ensino fundamental	Rossatto, Schroer e Descovi (2022)	O objetivo principal do estudo foi promover estratégias de ensino aprendizagem, a fim de demonstrar o teorema de Pitágoras em triângulos retângulos, utilizando o GeoGebra, através de smartphones, durante as aulas de matemática.
Tecformação: O Desenvolvimento Do Pensamento Geométrico No Geogebra Classroom	Oliveira e da Silva (2022)	Investigar o pensamento geométrico dos futuros professores de matemática em relação aos conhecimentos primitivos da geometria plana gerada na plataforma do GeoGebra.
Uma atividade de investigação com o software Geogebra AR	Pavanelo (2022)	elaborar e implementar uma proposta de ensino para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II em que sejam valorizadas as habilidades visuais, a investigação e a compreensão alunos, utilizando o aplicativo GeoGebra AR.
Uma proposta de atividade para construção do Icosaedro com GeoGebra	Martins, Castillo e Sánchez (2022)	Desenvolver uma atividade didática para o ensino de Geometria Espacial, com foco nos Poliedros de Platão, especificamente o Icosaedro, explorando as potencialidades do GeoGebra como Software de Matemática Dinâmica para a construção e planificação de sólidos geométricos.
Um problema de otimização com o GeoGebra: um relato de experiência	Neto e Groenwald (2022)	O trabalho tem como objetivo relatar uma experiência de ensino com modelagem matemática utilizando tecnologias digitais, especificamente o GeoGebra.

Fonte: Autores, 2025

O quadro abaixo reúne as pesquisas que abordam o uso do GeoGebra como recurso didático para o ensino de objetos matemáticos voltados ao Ensino Médio (Quadro 2).

Quadro 2: Comunicações que abordam o uso do GeoGebra no Ensino Médio no XIV ENEM

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVO
Efeitos de Ações sobre a função afim com o uso do Geogebra no fazer docente	Campos <i>et al.</i> , (2022)	Investigar como o uso do GeoGebra pode melhorar a prática docente e promover aprendizagem significativa de função afim entre alunos do 1º ano do Ensino Médio.
Ensino de funções trigonométricas: as potencialidades de ensino com o GeoGebra	Regis (2022)	Investigar como o uso do GeoGebra pode ajudar os alunos a compreenderem melhor as funções seno e cosseno, especialmente os efeitos dos coeficientes na forma geral da função Seno e Cosseno

Fonte: Autores, 2025

No (Quadro 3) abaixo, por sua vez, congrega as comunicações que estabelecem a convergência entre as três dimensões centrais desta pesquisa: GeoGebra, Geometria e Ensino Médio, alinhando-se diretamente ao foco do presente estudo.

Quadro 3: Comunicações científicas que utilizam o GeoGebra como recurso didático para o ensino de Geometria no Ensino Médio no XIV ENEM

TÍTULO	AUTORES	OBJETIVO
GeoGebra: artefato ou instrumento no estudo da adição de dois vetores pela regra do paralelogramo.	Bettin e Leivas (2022)	Analisar como este software de Geometria Dinâmica se transforma em um instrumento numa atividade específica sobre o estudo da adição de dois vetores pela regra do paralelogramo, de acordo com a Gênese Instrumental, ao analisar uma atividade de ensino realizado em disciplina de doutorado.
O Teorema de Tales Através do Geogebra em uma Experiência com a Lesson Study.	Costa <i>et al.</i> , (2022)	Descrever uma experiência pedagógica com o uso do software GeoGebra para ensinar o Teorema de Tales a alunos do 1º ano do ensino médio, dentro da metodologia japonesa Lesson Study (LS), durante o terceiro módulo do Programa Residência Pedagógica (PRP), em uma escola estadual de Cuité-PB em aulas híbridas durante do segundo semestre de 2021.

O uso do GeoGebra no Celular para o ensino de Sólidos de Revolução	Silva e Faria (2022)	Discutir a relevância de atividades investigativas de Sólidos de Revolução com o aplicativo GeoGebra para smartphone voltada para o Ensino Médio, articulando tecnologia, investigação matemática e aprendizagem significativa.
Oficinas Remotas de Geometria com o uso do GeoGebra	Brandl e Becher (2022)	Desenvolver algumas competências matemáticas relacionadas à Geometria por meio da organização de atividades intencionais com o uso do software GeoGebra que contribuíssem para a gradativa evolução do pensamento geométrico dos estudantes.

Fonte: Autores, 2025

Esse processo de categorização emergiu da leitura e análise das comunicações, constituindo-se em um procedimento de pesquisa bibliográfica (Gil, 2002), que possibilitou identificar convergências e lacunas no campo investigado.

Dessa forma, a metodologia adotada viabilizou uma sistematização do conhecimento produzido no âmbito do XIV ENEM, servindo de base para a discussão e aprofundamento teórico acerca do ensino de Geometria com o uso do GeoGebra no Ensino Médio.

Após a realização desse levantamento e da sistematização das produções analisadas, avançaremos para a elaboração de uma Sequência Didática Investigativa (SDI), fundamentada tanto nos resultados obtidos quanto nos referenciais teóricos sobre o ensino de Geometria Espacial mediado pelo software GeoGebra. Essa etapa visa articular a revisão de literatura ao desenvolvimento de uma SDI que dialogue diretamente com as demandas identificadas na análise das Comunicações Científicas.

4 ANÁLISE DAS COMUNICAÇÕES ENCONTRADAS

A análise das Comunicações Científicas selecionadas no XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM, 2022) teve como objetivo: identificar tendências, enfoques e contribuições relacionadas ao uso do software GeoGebra para o ensino de Geometria no Ensino Médio. Essa etapa visou compreender como o recurso tem sido explorado em diferentes níveis e contextos educacionais, destacando objetivos, metodologias e resultados e considerações finais apresentados pelos pesquisadores.

Com base na categorização previamente descrita, as comunicações foram agrupadas em três eixos:

1. Uso do GeoGebra no ensino de Geometria;
2. Uso do GeoGebra no Ensino Médio;
3. Uso do GeoGebra para o ensino de Geometria no Ensino Médio.

A seguir, serão apresentadas as análises correspondentes a cada uma dessas categorias, acompanhadas das principais convergências e especificidades identificadas entre os estudos.

4.1 Uso do GeoGebra no ensino de Geometria no XIV ENEM

No XIV ENEM, foram identificadas nove Comunicações Científicas que abordam o uso do GeoGebra no ensino de Geometria. São elas: “Dobraduras no GeoGebra: uma possibilidade de trabalho com argumentação na Educação Básica”, “A utilização conjunta do GeoGebra e da Realidade Aumentada como suporte pedagógico para as aulas de Geometria Espacial”, “A utilização do software GeoGebra como recurso didático para o ensino de Figuras Geométricas Planas”, “Investigando a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer: potencialidades do software GeoGebra”, “Pitágoras, GeoGebra e Smartphone: uma estratégia contemporânea de ensino para estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental”, “Tecformação: o desenvolvimento do pensamento geométrico no GeoGebra Classroom”, “Uma atividade de investigação com o software GeoGebra AR”, “Uma proposta de atividade para construção do icosaedro com GeoGebra” e “Um problema de otimização com o GeoGebra: um relato de experiência”

A seguir, apresentaremos uma síntese dos objetivos, metodologias, principais resultados e considerações finais de cada uma dessas comunicações. Posteriormente, serão discutidas as convergências e particularidades identificadas entre as pesquisas analisadas.

Acerca da primeira Comunicação Científica, de Silveira e Notare (2022), o objetivo do estudo foi analisar como os alunos aprendem as propriedades geométricas ao explorar dobraduras virtuais no GeoGebra em um ambiente de geometria dinâmica, destacando o desenvolvimento da argumentação durante o processo. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, centrada na promoção do pensamento geométrico por meio de simulações de dobraduras em um ambiente digital interativo.

A metodologia consistiu na realização de uma oficina com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola estadual, composta por cinco encontros, nos quais os estudantes exploraram a manipulação de dobraduras virtuais no GeoGebra, identificando regularidades e

propriedades de figuras geométricas que eram resultados das dobraduras, e argumentaram sobre as propriedades geométricas das figuras formadas. A coleta de dados ocorreu por meio de diários de campo, registros escritos e gravações em vídeo, possibilitando uma análise detalhada das interações e das argumentações produzidas pelos participantes.

Como conclusão, o estudo evidenciou que o uso de ambientes de geometria dinâmica, aliado à argumentação matemática, potencializa a aprendizagem dos estudantes, favorecendo que assumam um papel ativo na construção do próprio conhecimento.

A pesquisa de Amorim *et al.*, (2022) objetivou demonstrar como a utilização do software GeoGebra, em conjunto com a tecnologia da Realidade Aumentada (RA), pode oferecer suporte pedagógico a professores e estudantes nas aulas de Geometria Espacial. O estudo buscou destacar a importância dessas ferramentas para facilitar a visualização e a compreensão de objetos matemáticos, explorando suas potencialidades em diferentes níveis de ensino, do Ensino Fundamental ao Ensino Superior.

A metodologia adotada envolveu demonstrações práticas com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de duas escolas públicas municipais de Lagoa Santa (MG), nas quais foi realizada a construção de um cubo utilizando o GeoGebra e a RA. Além disso, os autores desenvolveram uma pesquisa qualitativa com professores da rede pública durante uma disciplina de mestrado em Educação Matemática, buscando compreender suas percepções sobre o uso integrado dessas tecnologias.

Como conclusão, os resultados indicaram que o uso combinado do GeoGebra e da Realidade Aumentada amplia as possibilidades pedagógicas no ensino de Geometria Espacial, contribuindo para a mediação docente e tornando as aulas dinâmicas e atrativas para os alunos.

A pesquisa de Braga, Lima e Dalto (2022) teve como objetivo investigar o uso de recursos didáticos no ensino de Figuras Geométricas Planas, buscando compreender como se dá a aprendizagem desses objetos matemáticos a partir de uma Sequência Didática. O estudo, de abordagem qualitativa, foi conduzido com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, e desenvolveu-se em etapas de análise preliminar, concepção, experimentação e validação.

Os resultados indicaram que os estudantes manusearam o software GeoGebra com facilidade, tornando as aulas dinâmicas e interativas. Observou-se ainda uma maior compreensão dos conceitos matemáticos, evidenciando o potencial do GeoGebra como recurso didático para auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem em Geometria. De acordo com os autores, as análises dos diários de campo, questionários e relatos dos alunos

revelaram que o uso do software favorece a visualização, compreensão e construção dos conceitos geométricos, contribuindo significativamente para o ensino da Matemática.

Em conclusão, o estudo demonstrou que o GeoGebra é um instrumento eficaz para o ensino de Geometria Plana, promovendo aprendizagens significativas e uma maior interação entre os alunos e o conhecimento matemático.

O estudo de Santos, Souza e Ramos (2022) teve como objetivo demonstrar que a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer equivale a 180° , explorando as potencialidades do uso de ferramentas didáticas no favorecimento do desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes.

A metodologia foi aplicada com alunos do 1º ano do curso técnico em Informática do Centro Territorial de Educação Profissional do Litoral Norte e Agreste Baiano, em Alagoinhas (BA). A proposta consistiu na construção de triângulos no software GeoGebra, seguida da identificação e soma de seus ângulos internos, manipulação dos vértices para observar a constância dessa soma e demonstração do teorema por meio do paralelismo entre retas. Além disso, foi realizada a resolução de uma questão da OBMEP e, ao final, os alunos responderam um questionário avaliativo via Google Forms sobre a experiência.

Os resultados revelaram que o uso do GeoGebra representou uma novidade para os estudantes, muitos dos quais tiveram seu primeiro contato com a ferramenta durante a atividade. Segundo os autores, o uso de metodologias ativas, como o GeoGebra, estimula o desenvolvimento do pensamento geométrico, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo.

Na quinta Comunicação Científica, de Rossatto, Schroer e Descovi (2022), o objetivo principal do estudo foi promover estratégias de ensino e aprendizagem que possibilitassem demonstrar o Teorema de Pitágoras em triângulos retângulos, utilizando o software GeoGebra por meio de smartphones durante as aulas de Matemática.

A metodologia da pesquisa foi construída a partir de referenciais bibliográficos aliados a uma investigação matemática de abordagem qualitativa. O estudo foi desenvolvido em uma escola pública do município de Três Coroas (RS), no ano de 2021, e ocorreu presencialmente com 22 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, com média de 14 anos de idade.

A proposta pedagógica consistiu em etapas que incluíram a construção de triângulos retângulos no GeoGebra, a aplicação de cálculos para verificar a validade do teorema e a resolução de um questionário com situações contextualizadas. Durante o processo, foram analisadas tanto as construções gráficas quanto os registros realizados pelos estudantes, permitindo observar como o uso do recurso tecnológico favoreceu a compreensão do teorema.

A aplicação da sequência didática com GeoGebra via celular mostrou que, apesar das dificuldades iniciais dos estudantes com a manipulação, como ajuste de pontos e retas e problemas com zoom e aproximações decimais que afetavam a exatidão dos cálculos, houve uma evolução significativa no uso do software. A familiaridade dos alunos com o uso cotidiano do celular foi crucial para o domínio crescente das ferramentas do GeoGebra. A atividade registrou alto engajamento e demonstrou a importância da colaboração entre pares, com os estudantes se organizando espontaneamente em grupos para resolver dúvidas técnicas e práticas. Os autores concluem que incorporar o celular e o GeoGebra no ensino do Teorema de Pitágoras é desejável e viável. Essa abordagem amplia o interesse, aumenta o foco e promove uma aprendizagem mais ativa e significativa. A experiência fortaleceu a autonomia dos estudantes, estimulando-os a manipular, conjecturar e validar conceitos matemáticos de forma criativa e colaborativa, mesmo diante de desafios técnicos.

A investigação de Oliveira e da Silva (2022), buscou investigar como o uso de tecnologias digitais, especialmente o GeoGebra, pode favorecer a formação docente e a construção do pensamento geométrico, a partir dos conhecimentos primitivos da geometria plana. O estudo foi desenvolvido em uma universidade estadual do interior da Bahia, com licenciandos da disciplina Fundamentos da Matemática III.

A pesquisa fundamentou-se na Teoria da Atividade, com ênfase nas Atividades Orientadoras de Ensino (AOE), conforme os pressupostos de Leontiev (2001) e Moura (2008, 2010), que concebem a aprendizagem como um processo mediado por instrumentos e atividades intencionais.

A metodologia, de abordagem qualitativa, caracterizou-se como um estudo de caso, envolvendo licenciandos do 2º ano, cujas interações e produções digitais foram analisadas a partir das atividades realizadas no GeoGebra Classroom. As aulas ocorreram de forma híbrida (presencial e online), com monitoria e acompanhamento docente. A coleta de dados deu-se por meio das respostas e construções geométricas dos estudantes em uma atividade composta por dez questões, das quais três foram analisadas com maior profundidade.

Os resultados evidenciaram que os participantes desenvolveram habilidades tecnológicas e geométricas significativas, sendo capazes de representar e justificar suas construções de forma coerente. Contudo, também foram observados equívocos conceituais e técnicos nas representações gráficas, o que reforça a necessidade de uma mediação docente contínua.

A pesquisa destacou ainda a importância do GeoGebra como ambiente de aprendizagem que favorece o feedback e a reflexão sobre o próprio processo formativo. Em conclusão, os

autores apontam que o uso de tecnologias digitais contribui não apenas para o desenvolvimento do pensamento geométrico, mas também para o letramento matemático, ao familiarizar os licenciandos com a linguagem e os símbolos da geometria.

Pavanelo (2022) detalha a elaboração e implementação de uma atividade investigativa inovadora para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral II, centrada no uso do aplicativo GeoGebra AR (Realidade Aumentada). O foco da proposta consiste em desenvolver o raciocínio visual, a capacidade de investigação e a compreensão conceitual dos alunos, promovendo uma interação inédita entre o estudante e o objeto matemático. A atividade, baseada na função de duas variáveis $f(x, y) = xye^{-x^2-y^2}$ e fundamentada na teoria de tarefas de investigação de Ponte e colaboradores, convida os alunos a explorarem graficamente propriedades como máximos, mínimos, continuidade e limites, utilizando a visualização tridimensional proporcionada pela RA.

A metodologia adotada é de natureza teórico-exploratória e qualitativa, focada na construção e análise da proposta didática. A autora argumenta que o ambiente de Realidade Aumentada transcende as limitações das representações bidimensionais tradicionais, oferecendo múltiplas perspectivas de visualização, fundamentais para a assimilação de conceitos abstratos do cálculo. Ao adotar uma postura investigativa, o método estimula o questionamento ativo e a experimentação por parte dos alunos, distanciando-se da mera reprodução mecânica de procedimentos algorítmicos.

Os resultados indicam que a integração do GeoGebra AR potencializa significativamente o raciocínio espacial e a compreensão de conceitos complexos, permitindo que o gráfico matemático seja situado e analisado no ambiente físico do estudante. Essa imersão facilita a interpretação de elementos como extremos locais e comportamentos de limite, promovendo um aprendizado mais dinâmico e interativo.

Em conclusão, Pavanelo (2022) afirma que a Realidade Aumentada possui grande potencial para transformar práticas pedagógicas em Matemática, expandindo as fronteiras da visualização, comunicação e assimilação do conhecimento matemático.

Martins, Castillo e Sánchez (2022) tiveram como objetivo propor e analisar atividades voltadas ao ensino de Geometria Espacial, com foco nos Poliedros Platônicos, utilizando o software GeoGebra como ferramenta mediadora. O estudo partiu de resultados parciais de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da Universidade Federal do Pará (UFPA) e se justifica pela necessidade de repensar práticas pedagógicas diante das transformações digitais. A proposta foi contextualizada no âmbito dos PCN e da BNCC, que reconhecem a importância

da visualização espacial e recomendam o uso de softwares de geometria dinâmica (SGD) no ensino.

A metodologia adotada foi qualitativa e descritiva, baseada em estudos e experimentações realizadas durante o TCC, com ênfase na atividade prática de construção e planificação do icosaedro no ambiente 3D do GeoGebra Clássico 5. A pesquisa detalha o processo desde a construção dos polígonos regulares até a planificação automática gerada pelo software, com o objetivo de desenvolver a capacidade de visualização espacial, o raciocínio geométrico e a compreensão das propriedades dos poliedros, como vértices, arestas e faces.

Os resultados indicam que o uso do GeoGebra aprimora a compreensão conceitual e visual da Geometria Espacial, ao estimular a exploração e manipulação dinâmica das figuras geométricas. Os autores destacam que a integração de tecnologias digitais exige uma reorganização pedagógica e curricular, na qual o professor atua como mediador ativo em ambientes interativos de aprendizagem.

Em conclusão, a proposta demonstra potencial para fortalecer a formação matemática e tecnológica dos alunos, desenvolvendo habilidades cognitivas e visuais essenciais para o aprendizado da Geometria.

O estudo Neto e Groenwald (2022) descreve uma atividade de modelagem matemática baseada no teorema de Fermat-Steiner, conduzida com três alunos do 9º ano de uma escola pública de Manaus-AM. A proposta surgiu a partir da análise da imagem de uma praça no Google Earth, no qual os estudantes deveriam identificar o ponto que minimizasse a soma das distâncias aos vértices do triângulo formado na praça.

A pesquisa fundamentou-se nos pressupostos teóricos de D'Ambrosio (2012), que concebe a educação matemática como prática cultural e reflexiva, e em Biembergut (2009; 2016), cuja abordagem da modelagem orienta o processo educativo em três etapas: percepção e apreensão, e significação e expressão.

A metodologia adotada foi de caráter qualitativo e exploratório, configurando como relato de experiência docente, no qual as interações entre professor e alunos ocorreram no laboratório de informática da escola, com o uso de GeoGebra e imagens capturadas do Google Earth. Na etapa de validação, os estudantes realizaram uma experiência empírica com bolhas de sabão, que reproduziu geometricamente o comportamento minimizador das superfícies, confirmando os resultados teóricos obtidos.

Os resultados da pesquisa evidenciaram que a experiência contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio geométrico dos alunos, da criatividade e da autonomia dos estudantes, além de favorecer a compreensão interdisciplinar entre matemática e fenômenos da

natureza. Ainda se constatou que o uso do GeoGebra estimulou a reflexão sobre conceitos e visualização das propriedades geométricas transformando o aprendizado em um processo ativo e investigativo.

Por fim, os autores destacam que a integração entre modelagem matemática e tecnologias digitais constitui um caminho potente para o ensino significativo de matemática, por promover a construção do conhecimento de forma contextualizada, crítica e experimental.

As nove Comunicações Científicas analisadas no XIV ENEM, que abordam o uso do GeoGebra no ensino de Geometria em diferentes contextos da Educação Básica, apesar de tratarem de temas distintos, desde figuras planas e o Teorema de Pitágoras até Geometria Espacial e Cálculo, convergem em um ponto central: o potencial do GeoGebra como ferramenta tecnológica mediadora no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Todas as pesquisas apresentam uma abordagem predominantemente qualitativa, com foco na melhoria da visualização espacial e da compreensão conceitual dos alunos, evidenciando a importância de integrar tecnologias digitais no contexto educacional, em consonância com as diretrizes curriculares. O uso do GeoGebra, seja em sua versão clássica, no Classroom ou integrado à Realidade Aumentada (AR), busca dinamizar as aulas, promover o raciocínio geométrico e incentivar a investigação ativa dos estudantes.

Além disso, observa-se, assim como no estudo de Silva Neto e Groenwald (2020), que o software GeoGebra possibilita a articulação entre a teoria e matemática e fenômenos naturais, quando aliado a modelagem matemática. O trabalho intitulado “Um problema de otimização com o GeoGebra: um relato de experiência” demonstra o potencial do software como um ambiente investigativo em detrimento de uma mera função ilustrativa. Nesta perspectiva, o GeoGebra facilita a formulação de hipóteses, a testagem de soluções e a validação de resultados pelos discentes, culminando no desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento geométrico. Esta dimensão exploratória e heurística do software é um tema recorrente em diversas comunicações científicas, nas quais o GeoGebra é empregado como ferramenta de exploração ativa, transcendendo a sua utilização estritamente demonstrativa.

As diferenças entre os estudos residem principalmente no foco temático e nas tecnologias complementares empregadas. Algumas pesquisas concentram-se em demonstrar teoremas clássicos, como a soma dos ângulos internos e o Teorema de Pitágoras, enquanto outros exploram a construção de sólidos complexos, como o icosaedro, ou abordam o ensino de Geometria Espacial. Destacam-se ainda três pesquisas que ampliam o uso do GeoGebra ao combiná-lo com Realidade Aumentada (RA) ou smartphones, ampliando o alcance tecnológico da aprendizagem. Também se nota a distinção entre estudos voltados ao Ensino Fundamental,

como os que tratam de dobraduras, Pitágoras e figuras planas, e aqueles direcionados à formação docente ou ao Ensino Superior, como o GeoGebra Classroom e o Cálculo com GeoGebra AR.

Similarmente ao que é reportado por Silva Neto e Groenwald (2020), as investigações demonstram que a mediação docente é crucial para orientar as descobertas e converter a tecnologia em uma ferramenta de aprendizagem crítica e significativa. A atuação do professor como mediador é decisiva para que o uso do GeoGebra transcenda o aspecto meramente técnico, transformando-se em um processo de construção de conhecimento contextualizado, no qual o aluno efetivamente compreende, analisa e aplica conceitos geométricos.

Em síntese, o conjunto de investigações evidenciam um consenso quanto à eficácia do GeoGebra em tornar o aprendizado dinâmico, visual e investigativo, permitindo que os alunos se tornem construtores ativos do próprio conhecimento. As diferenças metodológicas e de aplicação ressaltam a versatilidade do software, capaz de se adaptar a diversos níveis de ensino e conteúdos matemáticos, desde a manipulação de figuras planas até a exploração de conceitos avançados de Cálculo, sempre destacando o papel mediador do professor. Assim como no relato de Silva Neto e Groenwald (2020), o GeoGebra reafirma-se como um instrumento de mediação cognitiva e criativa, capaz de integrar modelagem, experimento e reflexão, transformando o ensino de geometria em uma prática ativa, contextualizada e significativa.

4.2 Uso do GeoGebra no Ensino Médio no XIV ENEM

No XIV ENEM, foram identificadas duas Comunicações Científicas que abordam o uso do GeoGebra no Ensino Médio. São elas: “Efeitos de Ações sobre a função afim com o uso do GeoGebra no fazer docente” e “Ensino de funções trigonométricas: as potencialidades de ensino com o GeoGebra”.

A seguir, apresentaremos uma síntese dos objetivos, metodologias, principais resultados e considerações finais de cada uma dessas comunicações. Posteriormente, serão discutidas as convergências e particularidades identificadas entre as pesquisas analisadas.

Na comunicação de Campos *et al.* (2022) é realizado um estudo referente a compreender a parte exploratória de uma pesquisa feita sobre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) como um meio para diminuir as complexidades no ensino de função afim no Ensino Médio (EM), especialmente no 1º ano, onde deve ser aprofundado segundo o Parâmetro Curriculares de Pernambuco, sendo realizada no Mestrado Profissional em Educação da Universidade de Pernambuco. Como contramedida a esse problema foi adotado a Teoria da

Aprendizagem Significativa (TAS), segundo Ausubel (2002) a sua teoria está inserida no contexto da cognição e, para ele, a aprendizagem é um processo que envolve a interação entre a nova informação transmitida e as ideias pertinentes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e assim recorrendo ao GeoGebra. O software é visto como uma ferramenta gratuita e dinâmica, que permite trabalhar conceitos algébricos de forma visual e interativa, favorecendo a compreensão de crescimento/decrescimento, zeros da função, coeficientes e representações gráficas.

Na fase exploratória da pesquisa-ação, professores do EM participaram de oficinas de formação sobre o uso do GeoGebra. Além de muitos não terem conhecimento sobre o software é notório que os mesmos reconheceram a qualidade e segurança de se utilizar em aulas. Os resultados aparentes indicam que, o uso do GeoGebra pode contribuir para superação dos ensinamentos que priorizam a repetição e memorização contribuindo com a aprendizagem significativa. O mesmo pode alavancar a integração da TDICs no ensino da Matemática, a partir do contato dos professores com a ferramenta.

Na pesquisa de Regis (2022) apresenta em seu trabalho uma experiência realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio (EM) abordando o ensino de funções trigonométricas, utilizando o software GeoGebra como recurso didático no qual possibilita a visualização dos gráficos e fazer associações. Tem-se como objetivo de verificar se os alunos, através do uso de um aplicativo de geometria dinâmica, podendo assim superar as dificuldades dos estudos em compreender as características das funções seno e cosseno promovendo uma aprendizagem mais visual e interativa, conseguem perceber as características de cada uma das constantes das funções do tipo $f(x) = a + b \cdot \text{sen}(cx + d)$ e $f(x) = a + b \cdot \text{cos}(cx + d)$, elaborando tabelas de valores e gráficos no caderno, posteriormente fazendo o mesmo no software e vendo as comparações. Essa sequência proporcionou aos estudantes a oportunidade de investigar a influência dos coeficientes a, b, c e d no comportamento das curvas, permitindo a observação de variações na amplitude, no período e no deslocamento.

O recurso central das atividades foi o GeoGebra, utilizado na versão de calculadora gráfica para dispositivos móveis, que possibilitou a construção, sobreposição e análise comparativa de gráficos. Os alunos realizaram experimentos orientados, respondendo a questões que exigiam a identificação e a explicação de como cada constante influenciava o gráfico. A prática demonstrou que o uso do GeoGebra promoveu a autonomia dos estudantes, ampliou a compreensão visual dos conceitos trigonométricos e atuou como um facilitador do processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio. O estudo conclui que a tecnologia pode ser incorporada

de maneira eficaz às aulas de Matemática, potencializando a prática docente e tornando o aprendizado mais dinâmico.

A partir dos trabalhos de Campos *et al.*, (2022) e Regis (2022), mesmo que suas aplicações tenham sido em períodos diferentes do EM ambos destacam a preocupação com as dificuldades recorrentes dessa etapa da educação básica. Além de trazerem a discussão da aprendizagem significativa e a superação da memorização, fazendo críticas aos métodos tradicionais que se baseiam nos alunos apenas em memorizar e, em contraparte, ressaltam na importância da aprendizagem significativa, proporcionando práticas que a favoreçam com foco na exploração, visualização e compreensão conceitual. Para que isso seja possível ressaltam que as TDICs são essenciais para além de inovar a prática docente os estudantes se sentem mais entusiasmados e a melhoria dos resultados em conteúdos de Matemática, destacando assim o uso do software GeoGebra como ferramenta tecnológica para auxiliar nessa alavancada no ensino, permitindo a construção de gráficos dinâmicos e tendo compreensão dos conceitos abstratos com o recurso visual e interativo. Levando assim a refletir a formação e prática docente, sendo evidenciado por ambos os autores que o uso do software melhora as aulas dos professores e indaga o mesmo a elaborar novas formas de se trabalhar os assuntos, repensando assim suas metodologias.

4.3 Uso do GeoGebra como recurso didático para o ensino de Geometria no Ensino Médio no XIV ENEM

No XIV ENEM, foram identificadas 4 Comunicações Científicas que abordam o uso do GeoGebra como recurso didático para o ensino de Geometria no Ensino Médio. São elas: “GeoGebra: artefato ou instrumento no estudo da adição de dois vetores pela regra do paralelogramo”, “O Teorema de Tales Através do GeoGebra em uma Experiência com a Lesson Study”, “O uso do GeoGebra no Celular para o ensino de Sólidos de Revolução” e “Oficinas Remotas de Geometria com o uso do GeoGebra”.

A seguir, apresentaremos uma síntese dos objetivos, metodologias, principais resultados e considerações finais de cada uma dessas comunicações. Posteriormente, serão discutidas as convergências e particularidades identificadas entre as pesquisas analisadas.

Na pesquisa de Bettin e Leivas (2022), o objetivo foi investigar como o software de Geometria Dinâmica GeoGebra se transforma em um instrumento de aprendizagem em atividades envolvendo a adição de vetores pela regra do paralelogramo, à luz da Gênese Instrumental de Rabardel (1995). Para isso, foi conduzida uma pesquisa qualitativa de caráter

exploratório, na qual os alunos realizaram atividades investigativas envolvendo conceitos de geometria espacial, como cilindros, cones e esferas. O estudo analisou como o GeoGebra passa de mero artefato tecnológico a instrumento de ensino, distinguindo entre a instrumentalização, relacionada à exploração das funcionalidades do software, e a instrumentação, centrada na mediação entre sujeito e objeto.

Durante a atividade, os estudantes manipularam os vetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$ no ambiente digital, construindo paralelogramos e investigando relações geométricas para compreender que $\vec{w} = \vec{u} + \vec{v}$.

Os resultados evidenciaram que o uso do GeoGebra favoreceu a compreensão da regra do paralelogramo para a adição de vetores, integrando as representações geométrica e analítica, e promovendo um aprendizado mais significativo no Ensino Médio.

Concluiu-se que, quando utilizado de forma intencional e reflexiva, o software ultrapassa seu papel de ferramenta tecnológica, transformando-se em instrumento de construção do conhecimento, permitindo aos alunos atribuírem novos significados às suas funcionalidades e fortalecendo competências matemáticas, raciocínio lógico e resolução de problemas complexos.

Acerca da Comunicação Científica de Costa *et al.*, (2022) tem como objetivo descrever uma experiência pedagógica com o uso do software GeoGebra para o ensino do Teorema de Tales a alunos do 1º ano do Ensino Médio, desenvolvida dentro da metodologia Lesson Study (LS), durante o Programa Residência Pedagógica (PRP) em uma escola estadual de Cuité-PB, no segundo semestre de 2021. A LS, fundamentada no planejamento e na análise colaborativa das aulas, buscou promover o desenvolvimento profissional docente e colocar o aluno como protagonista da aprendizagem, integrando também a Resolução de Problemas (RP) como estratégia didática.

A geometria é frequentemente vista como um dos conteúdos mais desafiadores da matemática, sobretudo devido ao ensino tradicional, centrado na repetição e na memorização, o que gera desmotivação e baixo rendimento. Nesse contexto, a Lesson Study (LS) se apresenta como uma metodologia colaborativa voltada ao aprimoramento docente e à melhoria da aprendizagem discente.

Durante a pesquisa, realizada em meio às adaptações impostas pela pandemia da COVID-19, houve necessidade de reformular metodologias e integrar recursos digitais, culminando na adoção do software GeoGebra, ferramenta gratuita que permite visualizar e manipular construções matemáticas. Sua utilização possibilitou explorar o Teorema de Tales de forma dinâmica, promovendo a interação dos alunos com os elementos geométricos e facilitando a compreensão das proporções envolvidas.

As aulas ocorreram entre novembro e dezembro de 2021, na Escola Cidadã Integral Orlando Venâncio dos Santos, com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, em modalidade híbrida. envolveram a elaboração e revisão de planos de ensino em equipe, com o GeoGebra sendo introduzido após a identificação de dificuldades dos estudantes com razão e proporção. Apesar de contratempos técnicos, observou-se avanço significativo na aprendizagem, com os alunos compreendendo melhor as relações proporcionais do teorema ao manipular os elementos geométricos.

A experiência evidenciou o valor da LS como prática formativa, promovendo o desenvolvimento profissional docente por meio da reflexão e do trabalho colaborativo. Destacou-se ainda a importância da integração das tecnologias digitais ao ensino, aproximando a matemática da realidade dos estudantes e potencializando a aprendizagem. Conclui-se que o GeoGebra é uma ferramenta eficaz no ensino da geometria, tornando conceitos abstratos mais acessíveis e contribuindo para um ambiente de aprendizagem mais interativo e inovador.

A Comunicação de Silva e Faria (2022) tem como objetivo discutir a relevância de atividades investigativas de Sólidos de Revolução com o aplicativo GeoGebra para smartphone voltada para o Ensino Médio, articulando tecnologia, investigação matemática e aprendizagem significativa. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória, fundamentada na crescente incorporação das tecnologias digitais à educação, especialmente após a pandemia de COVID-19, que intensificou o uso de dispositivos móveis como ferramentas pedagógicas.

Os autores defendem a necessidade de superar o ensino tradicional da Matemática, promovendo metodologias inovadoras que contribuam para a formação integral dos estudantes, em consonância com a BNCC (Brasil, 2018), a qual enfatiza o uso crítico, criativo e ético das tecnologias digitais. Nesse contexto, o smartphone é apontado como um recurso acessível e multifuncional, capaz de estimular o raciocínio lógico e o pensamento espacial.

A pesquisa foi desenvolvida na quinta fase do uso das tecnologias digitais no ensino de Matemática, caracterizada pela consolidação do ensino híbrido e pelo emprego de aplicativos e vídeos após a pandemia (Borba; Souto; Canedo-Junior, 2022). Com base em Romanello (2016) e Braumann (2002), destaca-se a investigação matemática como metodologia ativa que valoriza a descoberta e a reflexão em detrimento da mera reprodução de procedimentos.

Foram elaboradas atividades investigativas com o GeoGebra para smartphones, abordando Sólidos de Revolução (SR) de forma lúdica e contextualizada, com apoio de slides, planos de aula e do GeoGebra Book “Sólidos de Revolução em uma Abordagem Investigativa”. A principal atividade consistiu na construção de um silo de armazenamento formado por

cilindro e cone, permitindo a aplicação de conceitos geométricos em situações reais, sob mediação reflexiva do professor.

Os resultados indicaram que a manipulação digital dos objetos favoreceu a compreensão de conceitos geométricos, como proporção, escala e propriedades espaciais, tornando o aprendizado mais significativo. O processo investigativo mostrou-se essencial para o desenvolvimento cognitivo, conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), ao valorizar questionamentos intencionais e flexíveis.

Conclui-se que o uso do GeoGebra em smartphones potencializa a aprendizagem da geometria ao aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes. A adoção de metodologias investigativas e tecnológicas contribui para a formação crítica, autônoma e criativa dos alunos, tornando o ensino de Matemática mais dinâmico, contextualizado e alinhado às demandas contemporâneas.

Na Comunicação Científica de Brandl e Becher (2022) surgiu a partir das dificuldades recorrentes dos alunos na aprendizagem de Geometria, evidenciadas por pesquisas e pelo SAEB. O estudo teve como objetivo desenvolver competências matemáticas relacionadas à Geometria, por meio da realização de oficinas pedagógicas utilizando o software GeoGebra, com vistas a promover a evolução gradual do pensamento geométrico dos estudantes do Ensino Médio.

A pesquisa fundamenta-se na BNCC, que enfatiza o desenvolvimento do raciocínio espacial e das competências geométricas, e na crítica de Kluppel (2012) sobre a negligência da Geometria no Ensino Fundamental, devido à ênfase excessiva em Aritmética e Álgebra e à falta de metodologias adequadas. O GeoGebra foi escolhido por ser um software livre, interativo e de fácil acesso, capaz de integrar representações algébricas, numéricas e geométricas, favorecendo a compreensão conceitual.

A experiência foi realizada em 2021 e envolveu duas oficinas remotas. A primeira, com seis alunos, abordou conceitos de triângulos condição de existência, classificação e elementos como mediana, bissetriz e altura. As atividades, mediadas pelo GeoGebra, possibilitaram a observação dinâmica das propriedades geométricas. Os resultados demonstraram avanços significativos na compreensão das classificações e propriedades dos triângulos, embora o conceito de altura não tenha sido explorado integralmente por limitações de tempo e de adaptação ao software.

A segunda oficina, com cinco alunos, trabalhou o estudo dos quadriláteros, permitindo a análise das diagonais, ângulos e propriedades específicas de cada figura. Os estudantes conseguiram identificar relações de congruência e bissetriz, compreendendo que o quadrado reúne propriedades do retângulo e do losango, enquanto o trapézio não se enquadra como

paralelogramo. As atividades promoveram a generalização de conceitos e o entendimento das relações de inclusão entre as figuras planas.

Nas considerações finais, os autores destacam que, apesar das dificuldades iniciais com o uso do GeoGebra, as oficinas favoreceram a compreensão e o aprofundamento de conteúdos geométricos frequentemente negligenciados. Concluem que o software se mostrou uma ferramenta didática relevante para o ensino de Geometria, ao estimular a visualização, a experimentação e a reflexão matemática. Além disso, reforçam a importância da continuidade de abordagens práticas e investigativas, capazes de fortalecer o raciocínio geométrico e a argumentação matemática ao longo da trajetória escolar.

4.4 Aproximações e complementaridades das pesquisas do XIV ENEM

O conjunto de pesquisas analisadas, Bettin e Leivas (2022), Costa et al. (2022), Silva e Faria (2022) e Brandl e Becher (2022), evidencia o uso do GeoGebra como ferramenta pedagógica no Ensino Médio, especialmente no ensino da Geometria, destacando sua capacidade de promover visualização, interatividade e compreensão conceitual. Os estudos apontam que o software ultrapassa o uso meramente ilustrativo, tornando-se um instrumento de exploração, conjectura e validação de propriedades matemáticas, integrando teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem.

Embora compartilhem o mesmo foco na Geometria e no Ensino Médio, cada trabalho apresenta abordagens metodológicas distintas. Bettin e Leivas (2022) embasam-se na Gênese Instrumental de Rabardel (1995), analisando o processo de transformação do GeoGebra de artefato tecnológico em instrumento cognitivo no ensino de Geometria Analítica e Dinâmica. Costa et al. (2022) aplicam o software no contexto da metodologia Lesson Study, com ênfase na reflexão docente e colaboração entre professores e licenciandos em atividades sobre o Teorema de Tales e proporcionalidade. Silva e Faria (2022) utilizam o GeoGebra em smartphones em atividades investigativas sobre sólidos de revolução, ampliando o estudo da Geometria Espacial. Já Brandl e Becher (2022) desenvolvem oficinas práticas e remotas com foco em triângulos e quadriláteros, favorecendo a argumentação e a justificativa matemática.

Todos os autores reconhecem as lacunas existentes no ensino de Geometria no Ensino Médio e buscam, por meio do uso intencional do GeoGebra, promover aprendizagens mais significativas. Em comum, os trabalhos demonstram que o uso crítico e investigativo das tecnologias digitais transforma a prática docente e reposiciona o aluno como protagonista do processo de construção do conhecimento geométrico. Assim, o GeoGebra se consolida como

um mediador entre o pensamento matemático e a ação tecnológica, possibilitando a integração de diferentes registros de representação, algébrico, gráfico e geométrico, e favorecendo a formação de um raciocínio geométrico reflexivo e autônomo.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) E SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)

A organização do ensino através de Sequências Didáticas (SD) tem sido uma estratégia na Educação Matemática. Essa forma de planejamento ajuda o professor a organizar o ensino com clareza e propósito, garantindo continuidade entre as aulas e evitando improvisos ou atividades soltas que tornam o ensino fragmentado e focado apenas na exposição de conteúdos.

Entre os autores que contribuíram para o aprofundamento teórico sobre SD, destaca-se Antoni Zabala. Para Zabala (1998), uma SD deve ser compreendida como um conjunto de atividades encadeadas e organizadas de modo a promover aprendizagens significativas, articulando objetivos, conteúdos, metodologias e avaliações de forma coerente. Zabala (1998, p.20) afirma que: “As sequências de ensino/aprendizagem, ou sequências didáticas, são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática.” Além disso, o autor reforça que a SD permite compreender o ensino como um processo e não como ações isoladas: “A maneira de configurar sequências de atividades é um dos traços mais claros que determinam as características diferenciais da prática educativa” (p.18)

Essa perspectiva dialoga diretamente com a tese de Costa (2021), que alerta para o uso superficial e descontextualizado do termo “sequência didática” em muitas práticas escolares. Para o autor, uma SD exige intencionalidade, sistematização e coerência entre as atividades propostas, diferenciando-se de um simples roteiro de aula. Costa (2021, p. 101) é claro ao afirmar que “uma SD é diferente de sequência de passos ou orientações de aula”, destacando que ela deve envolver um conjunto estruturado de tarefas e objetivos interligados que orientam a construção progressiva do conhecimento matemático.

No Capítulo 15 do livro “*O ensino de Matemática na Educação Contemporânea*”, no qual Santos, Magalhães e Farias (2021) analisam o uso do GeoGebra na construção de uma Sequência Didática sobre funções trigonométricas. Os autores demonstram que a SD, quando apoiada em tecnologias digitais, favorece um percurso composto por exploração, conjectura, validação e sistematização, permitindo que os estudantes construam significados por meio da experimentação. As atividades realizadas com o software possibilitaram vivências didáticas e promoveram o desenvolvimento do raciocínio crítico durante as interações com o ambiente

geométrico dinâmico. Dessa forma, o capítulo reforça que a SD deve ir além da reprodução de procedimentos, aproximando-se da lógica investigativa presente na SDI, uma vez que o uso do GeoGebra cria condições para que o estudante explore e investigue, enquanto o professor observa, registra e reflete sobre o processo de aprendizagem.

É nesse movimento de aprofundamento conceitual que surge a Sequência Didática Investigativa (SDI), proposta por Costa (2021) como ampliação e qualificação da SD tradicional.

Sendo assim, a SDI mantém a organização didática da sequência, mas incorpora a investigação como eixo central do processo de ensino. Ela mobiliza tarefas que estimulam a formulação de hipóteses, a argumentação, o confronto de ideias e a validação de procedimentos; características fundamentais para uma aprendizagem matemática ativa e significativa. Para Costa (2021), a SDI atua em duas dimensões complementares: a dimensão metodológica, ao estruturar etapas, tarefas e perguntas investigativas; e a dimensão formativa, ao transformar o professor em pesquisador de sua própria prática, levando-o a acompanhar registros, analisar decisões pedagógicas e refletir sobre os resultados obtidos.

Dessa forma, tanto a SD quanto a SDI contribuem para um ensino estruturado, significativo e alinhado às demandas contemporâneas da Educação Matemática. No entanto, a SDI amplia o alcance pedagógico ao transformar a sala de aula em um espaço de investigação conjunta, no qual estudantes e professores constroem sentido e conhecimento de maneira colaborativa. Enquanto a SD assegura coerência, progressão e clareza no percurso didático, a SDI acrescenta profundidade ao estimular a pesquisa, a reflexão e a autonomia intelectual, respondendo às necessidades de um ensino que valoriza práticas investigativas e o uso de tecnologias digitais como ferramentas para a construção ativa do conhecimento.

5.1 Estrutura e organização de uma SDI

A Sequência Didática Investigativa (SDI), conforme discutida por Costa (2021), constitui uma ferramenta metodológica voltada à organização estruturada de atividades que promovem a aprendizagem por meio da investigação. Sua lógica integra o papel mediador do professor, que orienta o percurso formativo, e a participação ativa dos estudantes, que exploram, questionam e constroem significados ao longo das tarefas propostas. No contexto da Geometria Espacial, a SDI possibilita que os alunos mobilizem conhecimentos prévios, manipulem representações tridimensionais e investiguem propriedades de sólidos geométricos, permitindo

que o objeto matemático deixe de ser descritivo e se torne objeto de análise, experimentação e reflexão.

A construção de uma SDI segue um conjunto de princípios estruturantes que asseguram coerência, intencionalidade e progressão conceitual ao longo das atividades. De acordo com Costa, Gonçalves e Mariano (2024), a SDI deve apresentar alguns critérios fundamentais, tais como: (1) objetos matemáticos claramente definidos como foco das investigações; (2) uma organização interna que estabeleça relações lógicas entre as tarefas; (3) uma estrutura fundada em perguntas, desafios e situações que mobilizem a investigação; (4) objetivos específicos que orientem o percurso formativo; e (5) uma sequência de atividades conectadas e graduadas em complexidade. Para os autores, esses elementos garantem que a SDI conduza o estudante da exploração inicial à sistematização conceitual de maneira progressiva.

No contexto da Geometria Espacial, tais critérios se traduzem na elaboração de tarefas que incentivam a análise de sólidos geométricos, a formulação de hipóteses sobre volume, área de superfície e relações entre elementos espaciais, bem como a manipulação de representações tridimensionais que apoiem o processo investigativo e a argumentação matemática.

A elaboração da SDI nesta pesquisa tem como finalidade analisar o uso de uma metodologia investigativa na organização de atividades sobre Geometria Espacial, incorporando o software GeoGebra 3D como recurso para potencializar a visualização e a experimentação. Nessa perspectiva, a sequência foi planejada para articular tarefas que permitam ao aluno explorar sólidos geométricos, manipular representações tridimensionais, verificar relações métricas e validar suas conjecturas. Assim, a SDI busca estabelecer uma progressão lógica de atividades que conduz o estudante da observação inicial à sistematização conceitual, ao mesmo tempo em que fortalece o diálogo entre professor e aluno e cria um ambiente propício à aprendizagem investigativa.

5.2 SDI no ensino de Geometria com uso do software GeoGebra

A utilização da Sequência Didática Investigativa (SDI) no ensino de Geometria torna-se significativa quando associada a ferramentas tecnológicas capazes de promover visualização, experimentação e interação. O GeoGebra 3D, nesse contexto, amplia as possibilidades didáticas ao permitir a manipulação dinâmica de sólidos geométricos, favorecendo a exploração de propriedades espaciais de forma intuitiva e investigativa. Assim, ao integrar SDI e tecnologia, cria-se um ambiente propício para que os estudantes formulem hipóteses, testem ideias e

desenvolvam raciocínio geométrico, em consonância com o que Costa (2021) defende ao caracterizar a investigação como eixo estruturante da SDI.

No ensino de Geometria Espacial, essa integração entre SDI e GeoGebra possibilita que o estudante explore vistas, planificações, áreas de superfície e volumes por meio da experimentação, transformando o estudo da Geometria em um processo ativo e investigativo. Ao mesmo tempo, a SDI fortalece o papel reflexivo do professor, que acompanha, registra e analisa as estratégias utilizadas pelos alunos durante as manipulações digitais.

Assim, o uso articulado do GeoGebra proporciona condições para que a SDI se concretize como um espaço de pesquisa, exploração e diálogo, favorecendo aprendizagens profundas e conectadas ao desenvolvimento da autonomia e da compreensão espacial.

5.3 Estrutura e organização da SDI

- **TEMA GERAL:** Estudo da Geometria Espacial com o Software GeoGebra de geometria dinâmica
- **OBJETIVO GERAL:** Desenvolver habilidades para utilizar o GeoGebra no ensino e na aprendizagem das figuras geométricas espaciais, por meio da construção e análise desses sólidos no software.
- **COMPONENTE CURRICULAR:** Matemática
- **UNIDADE TEMÁTICA:** Geometria
- **OBJETOS DE CONHECIMENTO:**
 - Geometria de posição;
 - Poliedros;
 - Corpos redondos;
 - Cálculos de área e volume;
 - Áreas totais e volumes;
 - Relações com o mundo físico;

- **HABILIDADES:**

(EM13MAT307) – Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais (como o remanejamento e a distribuição de plantações, entre outros), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT309) – Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

- **ANO/ SÉRIE:** Ensino Médio
- **RECURSOS DIDÁTICOS:** Quadro branco, pincel, apagador, notebook, datashow, computadores, smartphones.
- **TEMPO DIDÁTICO:** 50 min por atividade (4 atividades)

OBSERVAÇÕES: Esta SDI foi elaborada com o objetivo de explorar o uso do GeoGebra na construção do conhecimento em geometria espacial. Considera-se que, por meio dessa ferramenta digital, os estudantes poderão compreender de forma significativa as atividades propostas, desenvolvendo os objetos de conhecimento matemáticos e potencializando tanto a análise quanto a construção das figuras espaciais no software.

5.4 ATIVIDADE 1: Apresentação do software GeoGebra

OBJETIVO: Introduzir o GeoGebra, destacando suas funcionalidades essenciais para a familiarização e o uso inicial pelos estudantes.

NOTA: Para a realização da atividade, torna-se necessário que os estudantes já tenham o GeoGebra instalado nos dispositivos que utilizarão durante a aula. Caso isso não tenha sido feito previamente, é imprescindível que a instituição escolar disponibilize acesso à internet, permitindo que os alunos utilizem a versão online do software (<https://www.geogebra.org/calculator>).

TAREFA 1: Identificação do software GeoGebra

Figura 2 - Campo de interação do GeoGebra



Fonte: Autores (2025)

● PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:

- Quais são os elementos que compõem a interface do GeoGebra?
- Qual é a finalidade do campo de entrada?
- Qual a função da janela algébrica?
- Quais são os estilos ou modos de visualização disponíveis no software?
- Com o uso do GeoGebra, quais outros objetos matemáticos podem ser construídos?

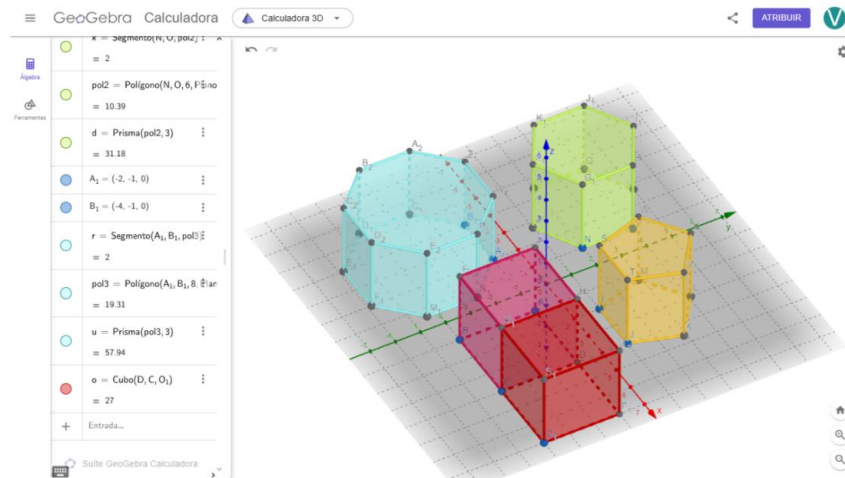
5.5 ATIVIDADE 2: Construção de prismas e pirâmides

OBJETIVOS: Apresentar o processo de construção de prismas e pirâmides no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas do software.

NOTA: No início da aula, o professor perguntará aos alunos quais são as principais características dos prismas e das pirâmides. Seguindo essa linha de raciocínio, questionará em quais situações do cotidiano eles costumam encontrar essas figuras. A partir dessas ideias iniciais, e já contextualizado o tema de estudo, o professor apresentará as definições formais e, em seguida, os elementos que compõem cada sólido, além dos procedimentos de cálculo da área total (A_t), do volume (V) e da diagonal (d). Por fim, o professor demonstrará a construção dessas figuras no GeoGebra.

TAREFA 1: Construir prismas de diferentes bases.

Figura 3 - Prismas



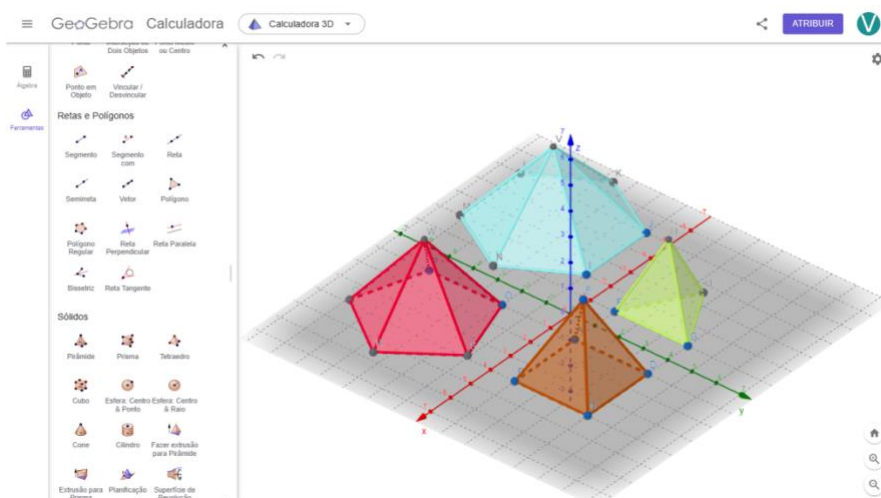
Fonte: Autores (2025)

● PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:

- Quais são as características fundamentais de um prisma?
- Qual é a relação entre o paralelepípedo e o cubo?
- Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção das figuras?
- Qual é o roteiro seguido para criar as figuras no software?
- Qual é o processo necessário para calcular a diagonal dessas figuras geométricas?
- Como foi realizado o cálculo da área e do volume?

TAREFA 2: Construir pirâmide de diferentes bases.

Figura 4 - Pirâmides



Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- Quais são as características fundamentais de uma pirâmide?
- Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?
- Qual é o roteiro seguido para criar a pirâmide no software?
- Como podemos determinar as apótemas das pirâmides?
- Como foi realizado o cálculo da área e do volume?

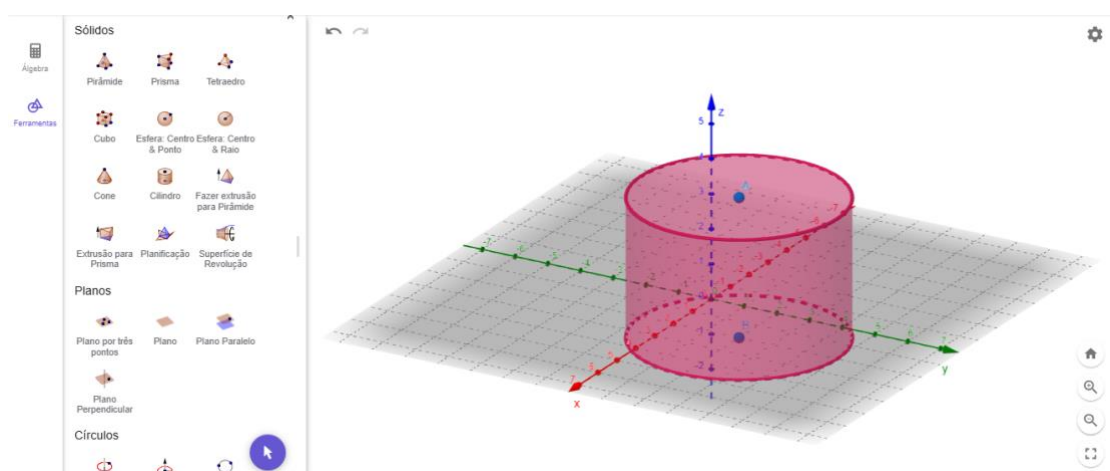
5.6 ATIVIDADE 3: Construção do cilindro, cone e esfera

OBJETIVOS: Apresentar o processo de construção do cilindro, do cone e da esfera no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas do software.

NOTA: No início da aula, o professor perguntará aos alunos quais são as principais características do cilindro, do cone e da esfera. Seguindo essa linha de raciocínio, solicitará que identifiquem situações do cotidiano em que essas figuras geométricas costumam aparecer. A partir dessas ideias iniciais, e já contextualizado o conteúdo, o professor apresentará as definições formais e, em seguida, os elementos que compõem cada sólido, bem como os procedimentos de cálculo da área lateral (A_l), da área total (A_t) e do volume (V). Por fim, o professor demonstrará a construção dessas figuras no GeoGebra.

TAREFA 1: Construção do cilindro

Figura 5 - Cilindro



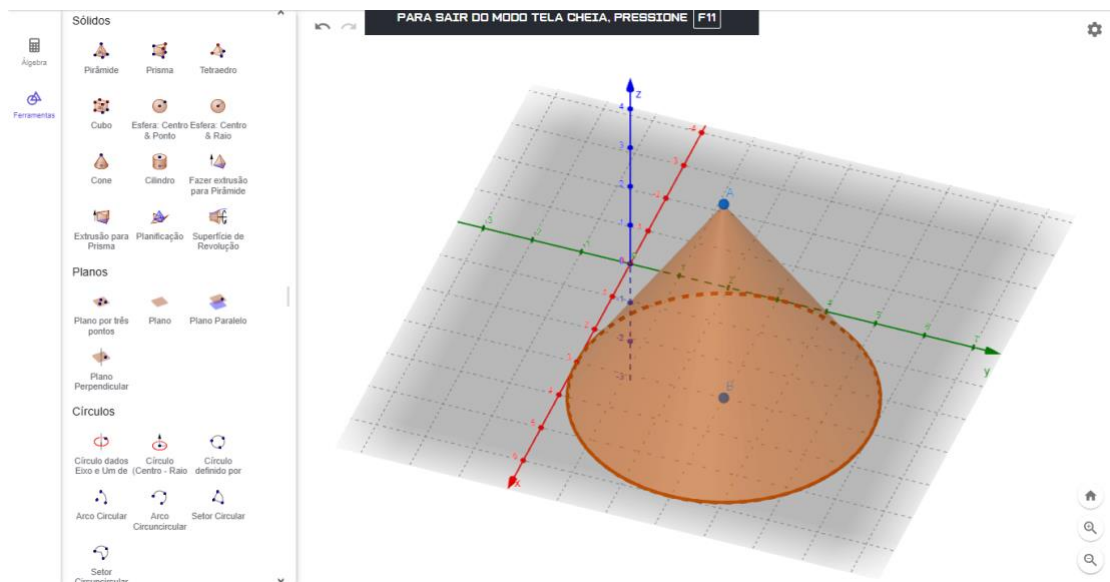
Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- Quais são as características fundamentais de um cilindro?
- Qual é a relação entre o retângulo e o desenvolvimento plano do cilindro?
- Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção das figuras?
- Qual é o roteiro seguido para criar o cilindro no software?
- Como podemos determinar a geratriz da figura?
- Como foram realizados os cálculos da área lateral, da área total e do volume?

TAREFA 2: Construção do Cone.

Figura 6 - Cone



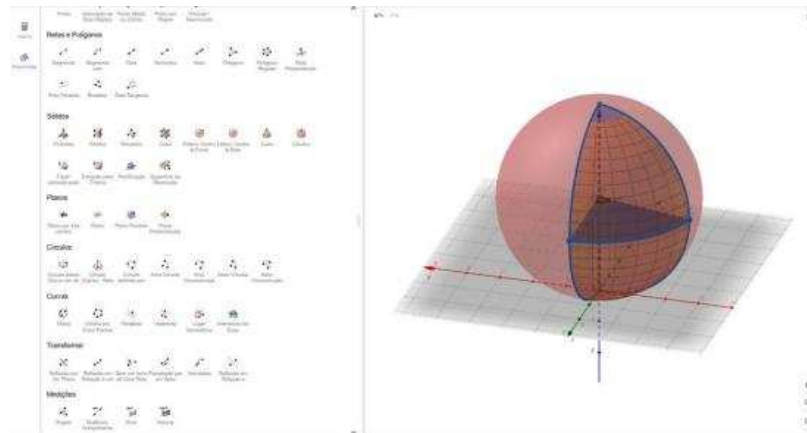
Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- Quais são as características fundamentais de um cone?
- Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?
- Qual é o roteiro seguido para criar o cone no software?
- Como podemos determinar a geratriz dessa figura?
- Como foram realizados os cálculos da área lateral, da área total e do volume?

TAREFA 3: Construção da esfera

Figura 7 - Fuso e cunha esférica



Fonte: Autores (2025)

● PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:

- Quais são as características fundamentais de uma esfera?
- Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?
- Qual é o roteiro seguido para criar a esfera no software?
- Como foram realizados os cálculos da área e do volume da esfera?
- Como podemos construir o fuso esférico e a cunha esférica no GeoGebra?
- Como foram determinados a área do fuso esférico e o volume da cunha esférica?

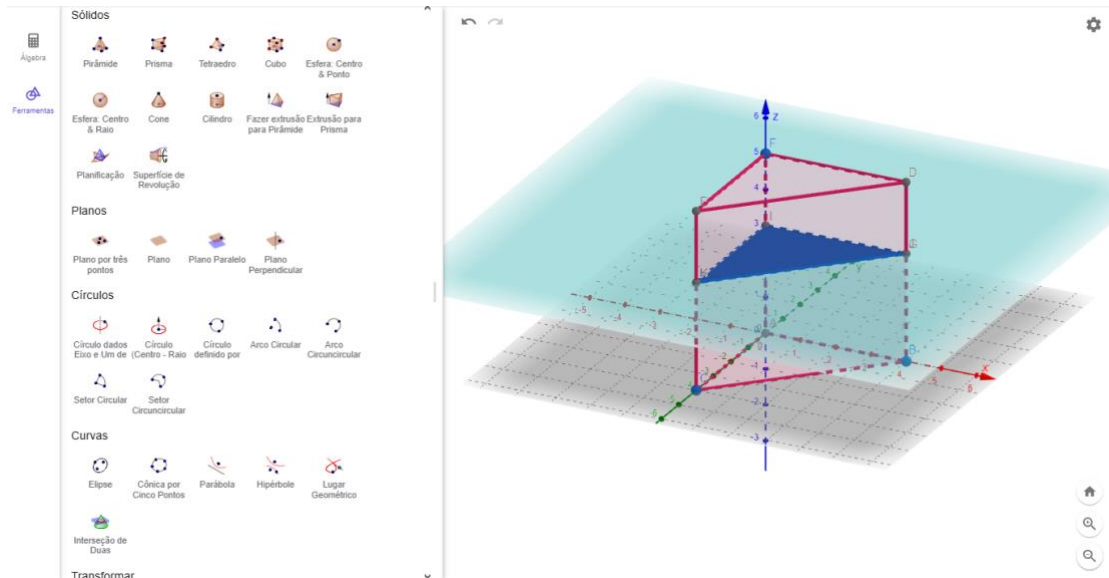
5.7 ATIVIDADE 4: Secções Transversais das figuras

OBJETIVOS: Aplicar o processo de construção de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas, e desenvolver as secções transversais dessas figuras.

NOTA: Inicialmente, o professor solicitará que os alunos construam as figuras previamente estudadas. Em seguida, com as construções já realizadas, o professor apresentará as definições de secção transversal e os elementos que as compõem, além dos procedimentos de cálculo da área lateral (Al), da área total (At) e do volume dos troncos (VT). Por fim, o professor demonstrará como realizar a construção das secções no GeoGebra.

TAREFA 1: Análise da secção do prisma.

Figura 8 - Secção do prisma



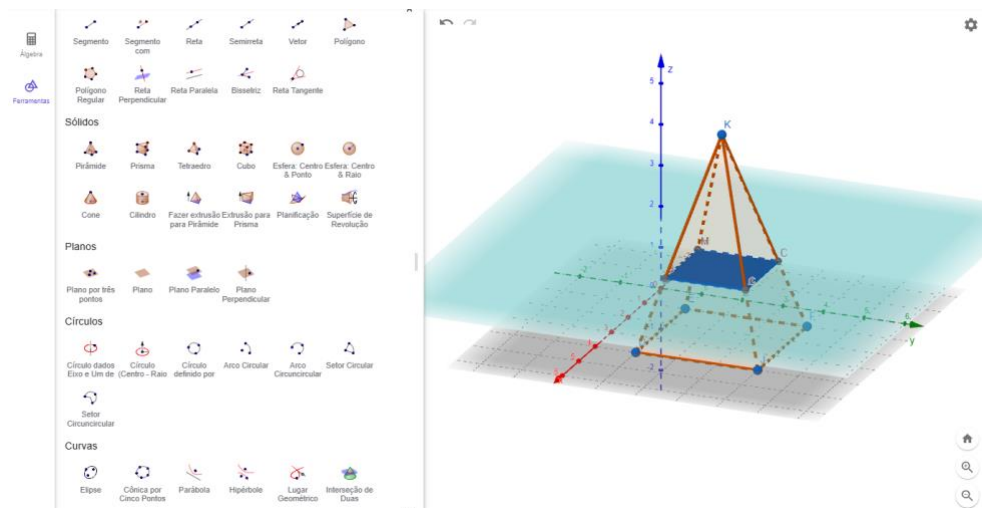
Fonte: Autores (2025)

● PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:

- Quais são as características de uma secção transversal?
- Como a secção é determinada em um prisma?
- Qual roteiro para se criar as secções?
- Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos das figuras?

TAREFA 2: Análise da secção da pirâmide.

Figura 9 - Secção da pirâmide



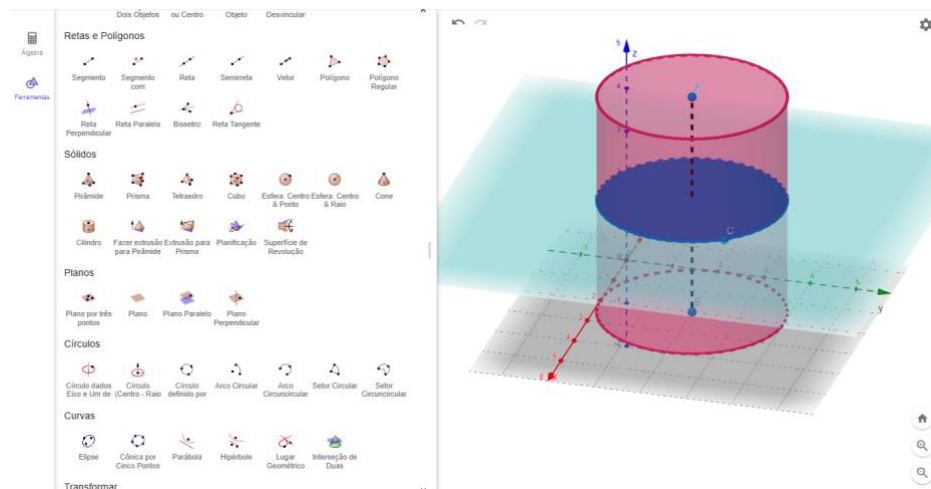
Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- Quais são as características de uma secção transversal?
- Como a secção é determinada em uma pirâmide?
- Qual roteiro para se criar as secções?
- Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos da pirâmide?

TAREFA 3: Análise da secção do cilindro

Figura 10 - Secção do cilindro



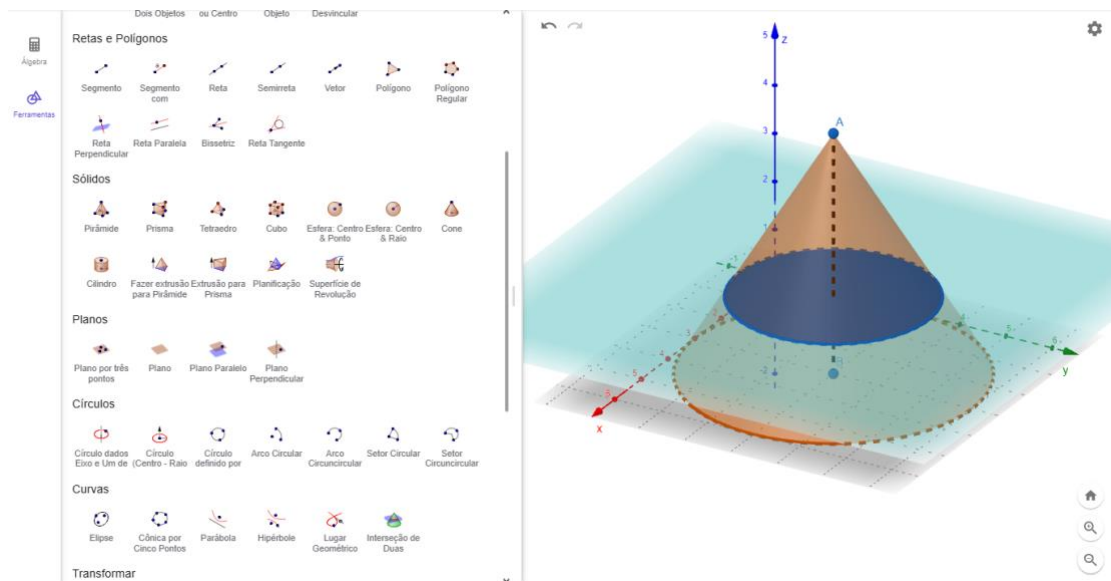
Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- Quais são as características de uma secção transversal?
- Como a secção é determinada em um cilindro?
- Qual roteiro para se criar as secções?
- Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos do cilindro?

TAREFA 4: Análise da secção do cone.

Figura 11 - Secção do cone



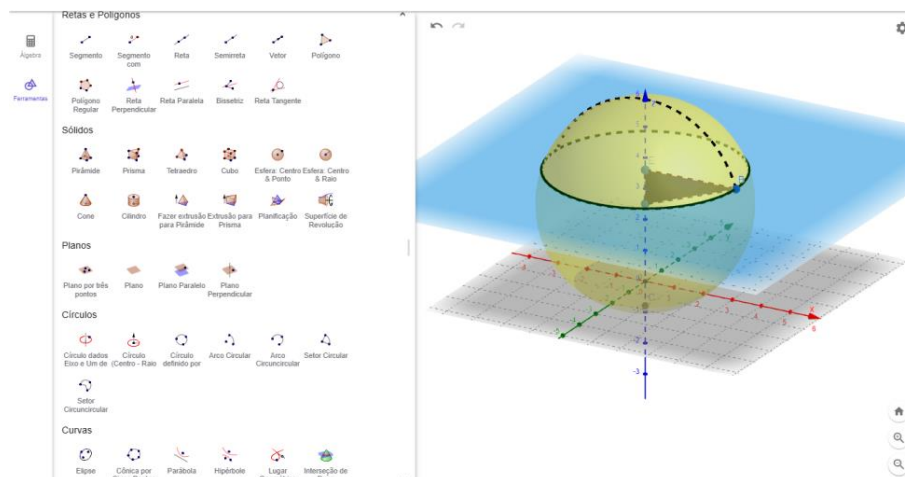
Fonte: Autores (2025)

● PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:

- Quais são as características de uma secção transversal?
- Como a secção é determinada em um cone?
- Quais são as diferenças entre o tronco de pirâmide e o tronco de cone?
- Qual roteiro para se criar as secções?
- Como foram realizados os cálculos da área e do volume do tronco de cone?

TAREFA 5: Análise da secção da esfera

Figura 12 - Secção da esfera



Fonte: Autores (2025)

● **PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:**

- a) Quais são as características de uma secção transversal?
- b) Como a secção é determinada em uma esfera?
- d) Qual é o roteiro seguido para criar as secções na esfera?
- e) Como foram realizados os cálculos da área e do volume envolvidos nessas secções?

6 ANÁLISES E REFLEXÕES DA SDI ELABORADA

A elaboração da Sequência Didática Investigativa (SDI) apresentada neste trabalho teve como objetivo desenvolver habilidades para utilizar o GeoGebra no ensino e na aprendizagem das figuras geométricas espaciais, por meio da construção e análise desses sólidos no software. Embora não tenha sido aplicada em sala de aula, sua construção foi fundamentada em referenciais teóricos que destacam o papel das tecnologias digitais na promoção de aprendizagens significativas, investigativas e visualmente orientadas (Borba; Penteado, 2001; Maltempi, 2008; Hohenwarter, 2014).

A organização da SDI buscou contemplar elementos essenciais apontados pela literatura sobre metodologias investigativas, tais como: problematização inicial, exploração guiada, formulação de conjecturas, manipulação de objetos matemáticos e socialização de ideias. Cada uma das atividades propostas foi pensada para favorecer a participação ativa do aluno, deslocando o foco da mera reprodução de procedimentos para a construção de significados, em consonância com os princípios da aprendizagem ativa e com as orientações da BNCC (Brasil, 2018).

Ao longo da estruturação da SDI, observamos que o GeoGebra se apresenta como um recurso central para facilitar a visualização de figuras tridimensionais, permitindo que os estudantes manipulem sólidos, identifiquem seus elementos e compreendam propriedades geométricas de maneira dinâmica. Tal potencial é destacado por autores como Gravina e Basso (2012), que defendem que ambientes de Geometria Dinâmica possibilitam a criação de “objetos concreto-abstratos”, integrando visualização e raciocínio matemático. Dessa forma, a SDI elaborada procura explorar esse caráter dinâmico ao propor atividades que envolvem a construção de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esfera, além da observação de secções transversais.

Outro aspecto relevante diz respeito à intencionalidade pedagógica presente em cada etapa da SDI. As escolhas feitas para cada atividade consideraram: (I) a necessidade de superar

dificuldades recorrentes no estudo da Geometria Espacial, especialmente no que diz respeito à visualização e compreensão das propriedades dos sólidos; (II) as potencialidades do GeoGebra para mediar processos cognitivos ligados à exploração e investigação; e (III) o desenvolvimento de competências matemáticas ligadas ao raciocínio espacial, à argumentação, à modelagem e ao uso crítico das tecnologias digitais.

Acreditamos que, quando aplicada, a SDI possibilitará aos estudantes vivenciar um ambiente de aprendizagem investigativo, no qual o erro é entendido como parte do processo e as conjecturas emergem da interação direta com as representações geométricas. A manipulação dos objetos tridimensionais no GeoGebra tende a favorecer a compreensão de conceitos como altura, geratriz, raio, apótema, secções planas e relações métricas, aspectos que muitas vezes se mostram abstratos quando tratados apenas com imagens estáticas no quadro.

Apesar dos potenciais identificados, reconhecemos que a implementação da SDI poderá apresentar desafios. Entre eles destacam-se: o tempo necessário para desenvolver cada etapa investigativa; o acesso desigual a dispositivos digitais nas escolas públicas; as dificuldades iniciais dos alunos em lidar com o ambiente 3D do software; e a necessidade de formação docente para conduzir práticas investigativas com intencionalidade pedagógica. Tais limitações não invalidam a proposta, mas indicam pontos de atenção para futuras aplicações.

De modo geral, a SDI construída demonstra coerência teórica e potencial pedagógico para o ensino da Geometria Espacial. Ela se articula com as pesquisas analisadas nos capítulos anteriores, especialmente aquelas que evidenciam a relevância do GeoGebra como mediador da visualização e do raciocínio geométrico no Ensino Médio. Assim, entendemos que a proposta pode servir como subsídio para professores que desejem integrar tecnologias digitais de forma crítica, reflexiva e significativa às suas práticas pedagógicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação teve como objetivo compreender as características de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) que articula o uso do software GeoGebra no ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio. Para isso, partimos da seguinte pergunta norteadora: *Quais características de uma Sequência Didática Investigativa que utiliza o GeoGebra podem ser evidenciadas no processo de ensino da Geometria Espacial no Ensino Médio?*

A partir do percurso teórico-metodológico realizado, constatamos que a pergunta norteadora foi respondida de forma satisfatória de tal modo que podemos afirmar que nossa

hipótese foi contemplada. A análise das Comunicações Científicas do XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM, 2022) revelou que o uso do GeoGebra está fortemente associado a práticas investigativas, à exploração de múltiplas representações, à promoção do raciocínio geométrico e ao fortalecimento da visualização espacial, elementos essenciais para a constituição de uma SDI. Além disso, as pesquisas analisadas destacam a importância da mediação docente para que o software deixe de ser apenas um artefato tecnológico e se transforme em instrumento de aprendizagem.

O levantamento realizado no XIV ENEM permitiu observar que, embora existam diversas produções envolvendo o uso do GeoGebra, poucas estabelecem articulação simultânea entre: Geometria, Ensino Médio e GeoGebra no contexto de Sequências Didáticas Investigativas (SDI), o que reforça a relevância e a originalidade da proposta deste TCC. As pesquisas analisadas evidenciaram que o software favorece significativamente a compreensão de sólidos geométricos, propriedades, transformações e relações métricas, sobretudo quando utilizado em atividades que estimulam a exploração, a formulação de conjecturas e o raciocínio investigativo.

Dessa forma, os resultados confirmam a pertinência da SDI elaborada nesta investigação, uma vez que ela integra manipulação dinâmica, investigação e construção coletiva do conhecimento, elementos essenciais para o desenvolvimento do pensamento geométrico no Ensino Médio.

A Sequência Didática Investigativa desenvolvida mostrou-se adequada ao ensino de Geometria Espacial, uma vez que possibilita ao estudante manipular prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas no ambiente 3D, visualizar seções transversais e compreender relações métricas de maneira dinâmica e concreta. Verificamos que tais características dialogam diretamente com os achados do levantamento bibliográfico, fortalecendo a ideia de que o GeoGebra pode apresentar-se como um recurso potente no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, concluímos que uma SDI que utiliza o GeoGebra no ensino de Geometria Espacial deve contemplar: atividades abertas e orientadas por problemas; exploração de diferentes registros de representação; manipulação livre e investigativa dos sólidos; momentos de argumentação e validação; postura ativa e colaborativa dos estudantes; mediação docente sensível e intencional.

Entretanto, reconhecemos que esta pesquisa não esgota a temática. As análises foram realizadas a partir de produções do XIV ENEM e da elaboração de uma SDI em nível teórico, sem aplicação em sala de aula. Portanto, sugerimos como pesquisas futuras: a experimentação da SDI com turmas reais do Ensino Médio, analisando aprendizagens, dificuldades e percepções

dos estudantes; a investigação de novas ferramentas complementares ao GeoGebra; estudos comparativos entre práticas tradicionais e práticas investigativas mediadas por softwares de geometria; pesquisas que explorem o desenvolvimento do pensamento espacial e da visualização a partir do uso contínuo do GeoGebra.

Dessa forma, esperamos que esta investigação contribua para o fortalecimento de práticas pedagógicas inovadoras no ensino da Geometria e incentive novos estudos sobre o potencial das tecnologias digitais, especialmente o GeoGebra, na formação de estudantes críticos, investigativos e protagonistas de sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. S.. **Um Estudo sobre a visualização geométrica com o uso do computador**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação... São Paulo: Editora e Gráfica Vida & Consciência, 2007, p. 3-12.

AMARAL, Fernando H. N.; JUNIOR, A. S. de L.; SOUZA, N. A.. **A UTILIZAÇÃO DO GEOGEBRA COMO UMA FERRAMENTA NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL NO ENSINO BÁSICO**. In: VII Encontro Nacional das Licenciaturas, 2018, Fortaleza/CE. Anais ENALIC. Fortaleza: Editora Realize, 2018. v. 1.

AMORIM, S.L.G.D et al.. **A UTILIZAÇÃO CONJUNTA DO GEOGEBRA E DA REALIDADE AUMENTADA COMO SUPORTE PEDAGÓGICO PARA AS AULAS DE GEOMETRIA ESPACIAL..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/484183-A-UTILIZACAO-CONJUNTA-DO-GEOGEBRA-E-DA-REALIDADE-AUMENTADA-COMO-SUPORTE-PEDAGOGICO-PARA-AS-AULAS-DE-GEOMETRIA-ESP>. Acesso em: 20/08/2025

BETTIN, Anne Desconsi Hasselmann; LEIVAS, Jose Carlos Pinto. **GEOGEBRA: ARTEFATO OU INSTRUMENTO NO ESTUDO DA ADIÇÃO DE DOIS VETORES PELA REGRA DO PARALELOGRAMO..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/478879-GEOGEBRA--ARTEFATO-OU-INSTRUMENTO-NO-ESTUDO-DA-ADICAO-DE-DOIS-VETORES-PELA-REGRA-DO-PARALELOGRAMO>. Acesso em: 05/12/2025

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; CHIARI, A. S. S. **Tecnologias Digitais e a relação entre teoria e prática: uma análise da produção em trinta anos de BOLEMA**. BOLEMA, Rio Claro, v. 29, n. 53, p. 1115-1140, ago. 2015. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/bolema/a/RKWYVzWj5r34qJRWZDt4jKg/>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BORBA, M. C; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1a ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2006. Disponível em: . Acesso em 08 de janeiro de 2025.

BRAGA, D.G.A; LIMA, J.W.C; DALTO, J.O. A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GEOGEBRA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA... In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/481274-A-UTILIZACAO-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA-COMO-RECURSO-DIDATICO-PARA-O-ENSINO-DE-GEOMETRIA>. Acesso em: 20/08/2025

BRANDL, Eduardo; BECHER, Luiz Eduardo Brandes. **OFICINAS DE GEOMETRIA PLANA COM O USO DO GEOGEBRA..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/478585-OFFICINAS-DE-GEOMETRIA-PLANA-COM-O-USO-DO--GEOGEBRA>. Acesso em: 05/12/2025

BRASIL. [Ministério da Educação]. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, [2015].

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretrizes curriculares nacionais da educação básica. Brasília, DF: MEC, 2013.

CAMPOS, Geziel Costa; SILVA, José Roberto da; RUFINO, Maria Aparecida da Silva. **EFEITOS DE AÇÕES SOBRE FUNÇÃO AFIM COM O GEOGEBRA NO FAZER DOCENTE..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/483916-EFEITOS-DE-ACOES-SOBRE-FUNCAO-AFIM-COM-O-GEOGEBRA-NO-FAZER-DOCENTE>. Acesso em: 05/12/2025

COSTA, D.E; GONÇALVES, T.O; MARIANO, W.S. Processos de construção e desenvolvimento de sequência didática investigativa na formação de professores que ensinam matemática. Revista de Educação Pública, v. 33, p. 641-668, jan./dez. 2024. ISSN 2238-2097. DOI: 10.29286/rep.v33ijan/dez.14678.

COSTA, Eduarda de Maria et al.. **O TEOREMA DE TALES ATRAVÉS DO GEOGEBRA EM UMA EXPERIÊNCIA COM A LESSON STUDY..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/484123-O-TEOREMA-DE-TALES-ATRAVES-DO-GEOGEBRA-EM-UMA-EXPERIENCIA-COM-A-LESSON-STUDY>. Acesso em: 05/12/2025.

DUVAL, Raymond. *Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

FERREIRA, Roberto Claudino. **Ensinando Matemática com o Geogebra**. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/ensinando.pdf>>. Acesso em: 05 de jan 2025.

Figueiredo, T. D., Salmasio, J. L., & Ragoni, V. F. (2018). UM DISCURSO SOBRE AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA. *Ensino Da Matemática Em Debate*, 4(2), 145–160. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/35274>

FREIRE, Paulo. *A Educação na Cidade*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

GRAVINA, M.A; BASSO, M.V.A. Introdução. In: GRAVINA, M.A; BASSO, M.V.A (Orgs.). *Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática*. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 11–35.

GRAVINA, M.A. O potencial semiótico do GeoGebra na aprendizagem da geometria: uma experiência ilustrativa. *VIDYA, Santa Maria*, v. 35, n. 2, p. 237–253, jul./dez. 2015.

HOHENWARTER, M.. **Multiple representations and GeoGebra-based learning environments**. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática (Unión)*. Número 39. páginas 11-18. Septiembre de 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, Marta Gomes; ROCHA, Adriano Aparecido Soares da. AS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 729–739, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i5.5513. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5513>. Acesso em: 8 jan. 2025.

MALTEMPI, M. V. **Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente/Mathematics education and digital technologies: Reflexions about the practice in teacher education**. *Acta Scientiae*, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2008. Disponível em: < <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/78/70>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

Maranhão. Secretaria de Estado da Educação. Documento curricular do território maranhense: ensino médio / Maranhão, Secretaria de Estado da Educação. — São Luís, 2022.

MORIN, E.. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

NETO, A.M.D.S ; GROENWALD, C.L.O. UM PROBLEMA DE OTIMIZAÇÃO COM O GEOGEBRA E BOLHAS DE SABÃO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/480765-UM-PROBLEMA-DE-OTIMIZACAO-COM-O-GEOGEBRA-E-BOLHAS-DE-SABAO--UM-RELATO-DE-EXPERIENCIA>. Acesso em: 20/08/2025

OLIVEIRA, M.S.D; SILVA, Maria D.F.D. TECFORMAÇÃO: O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO NO GEOGEBRA CLASSROOM.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/483910-TECFORMACAO--O-DESENVOLVIMENTO-DO-PENSAMENTO-GEOMETRICO-NO-GEOGEBRA-CLASSROOM>. Acesso em: 20/08/2025

PAVANELO, E. UMA ATIVIDADE DE INVESTIGAÇÃO COM O SOFTWARE GEOGEBRA AR.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/484409-UMA-ATIVIDADE-DE-INVESTIGACAO-COM-O-SOFTWARE-GEOGEBRA-AR>. Acesso em: 20/08/2025

RAMOS, T.C.N; SANTOS, C.B.D; SOUZA, T.P.D.S. INVESTIGANDO A SOMA DOS ÂNGULOS INTERNOS DE UM TRIÂNGULO QUALQUER: POTENCIALIDADES DO SOFTWARE GEOGEBRA... In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/483872-INVESTIGANDO-A-SOMA-DOS-ANGULOS-INTERNOS-DE-UM-TRIANGULO-QUALQUER--POTENCIALIDADES-DO-SOFTWARE-GEOGEBRA>. Acesso em: 20/08/2025

REGIS, Carlos Alberto. **ENSINO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: AS POTENCIALIDADES DE ENSINO COM O GEOGEBRA..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/484299-ENSINO-DE-FUNCOES-TRIGONOMETRICAS--AS-POTENCIALIDADES-DE-ENSINO-COM-O-GEOGEBRA>. Acesso em: 05/12/2025

ROGENSKI, M.L.C; PEDROSO, S.M.D. **O ensino da geometria na educação básica: realidade e possibilidades.** Ponta Grossa, PR: Secretaria do Estado da Educação do Paraná, 2007. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/44-4.pdf>. Acesso em: 17/11/2025

ROSSATTO, L.E; SCHROER, J.M; DESCOVI, L.M.G. PITÁGORAS, GEOGEBRA E SMARTPHONE: UMA ESTRATÉGIA CONTEMPOR NEA DE ENSINO PARA ESTUDANTES DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em:

<https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/479419-PITAGORAS-GEOGEBRA-E-SMARTPHONE--UMA-ESTRATEGIA-CONTEMPOR-NEA-DE-ENSINO-PARA-ESTUDANTES-DO-9-ANO-DO-ENSINO-FUND>. Acesso em: 20/08/2025.

SCACHETTI, Ana Ligia. **História da Educação no Brasil**. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1910/serie-especial-historia-da-educacao-no-brasil>> Acesso em 08 de jan. 2025.

SILVA, Adriano Costa da; FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz de Carvalho. **O USO DO GEOGEBRA NO CELULAR PARA O ENSINO DE SÓLIDOS DE REVOLUÇÃO..** In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/481082-O-USO-DO-GEOGEBRA-NO-CELULAR-PARA-O-ENSINO-DE-SOLIDOS-DE-REVOLUCAO>. Acesso em: 05/12/2025.

SILVA, Q. O. V. da. **O Ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio – Uma Abordagem Com o Uso do Geogebra. Encontro Nacional de Educação matemática: Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades.** São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016.

SILVEIRA, P.F; MENEGHETTI, M.R.N. DOBRADURAS NO GEOGEBRA: UMA POSSIBILIDADE DE TRABALHO COM ARGUMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA.. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Anais...Brasília(DF) On-line, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/xivenem2022/479361-DOBRADURAS-NO-GEOGEBRA--UMA-POSSIBILIDADE-DE-TRABALHO-COM-ARGUMENTACAO-NA-EDUCACAO-BASICA>. Acesso em: 20/08/2025.

SOUZA, Loana Araújo. **Uma Proposta Para o Ensino da Geometria Espacial Usando o Geogebra 3d.** Campina Grande, 2014. 66p. (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014. [Orientação: Prof. Dr. Aldo Trajano Lourêdo, Departamento de Matemática].

URDANETA, Stephanie Chiquinquirá Diaz. Compreensões sobre os objetos de aprendizagem elaborados com o geogebra a partir de um mapeamento crítico em algumas fontes de pesquisa latino-americanas. 2020. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

APÊNDICE - REFLEXÕES SOBRE A SDI

- **TEMA GERAL:** Estudo da Geometria Espacial com o Software GeoGebra de geometria dinâmica

- **OBJETIVO GERAL:** Desenvolver habilidades para utilizar o GeoGebra no ensino e na aprendizagem das figuras geométricas espaciais, por meio da construção e análise desses sólidos no software.
- **COMPONENTE CURRICULAR:** Matemática
- **UNIDADE TEMÁTICA:** Geometria
- **OBJETOS DE CONHECIMENTO:**
 - Geometria de posição;
 - Poliedros;
 - Corpos redondos;
 - Cálculos de área e volume;
 - Áreas totais e volumes;
 - Relações com o mundo físico;
- **HABILIDADES:**

(EM13MAT307) – Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais (como o remanejamento e a distribuição de plantações, entre outros), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT309) – Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.
- **ANO/ SÉRIE:** Ensino Médio
- **RECURSOS DIDÁTICOS:** Quadro branco, pincel, apagador, notebook, datashow, computadores, smartphones.
- **TEMPO DIDÁTICO:** 50 min por atividade (4 atividades)

OBSERVAÇÕES: Esta SDI foi elaborada com o objetivo de explorar o uso do GeoGebra na construção do conhecimento em geometria espacial. Considera-se que, por meio dessa ferramenta digital, os estudantes poderão compreender de forma significativa as atividades propostas, desenvolvendo os objetos de conhecimento matemáticos e potencializando tanto a análise quanto a construção das figuras espaciais no software.

6.1 ATIVIDADE 1: Apresentação do software GeoGebra

OBJETIVO: Introduzir o GeoGebra, destacando suas funcionalidades essenciais para a familiarização e o uso inicial pelos estudantes.

NOTA: Para a realização da atividade, torna-se necessário que os estudantes já tenham o GeoGebra instalado nos dispositivos que utilizarão durante a aula. Caso isso não tenha sido feito previamente, é imprescindível que a instituição escolar disponibilize acesso à internet, permitindo que os alunos utilizem a versão online do software (<https://www.geogebra.org/calculator>).

TAREFA 1: Identificação do software GeoGebra

Figura 13 - Campo de interação do GeoGebra



Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais os elementos que compõem a interface do GeoGebra?	Barra de menu; configuração; teclado virtual; aba de estilo; caixa de entrada; janela de visualização; janela algébrica e barra de ferramentas.
b) Qual é a finalidade do campo de entrada?	Local destinado para colocar os comandos e equações, para obter o resultado esperado e visualizado na janela de visualização.

c) Qual a função da janela algébrica?	Local destinado a apresentar os resultados dos comandos, mostrar os pontos, controles deslizantes e entre outros.
d) Quais são os estilos ou modos de visualização disponíveis no software?	A partir da aba de estilos é possível alterar para gráfico, calculadora 3D, geometria, cálculo simbólico (CAS), probabilidade e científico, e nas ferramentas da calculadora 3D é apresentado as destinadas a construção de retas e polígonos, sólidos, plano, círculos e curvas.
e) Com o uso do GeoGebra, quais outros objetos matemáticos podem ser construídos?	Variando entre geometria plana, função e gráficos, álgebra e cálculo, estatística e probabilidade, objetos interativos, objetos avançados, transformações e geometria espacial, com prismas, pirâmides, cilindro, cone, esfera e secções dos mesmos.

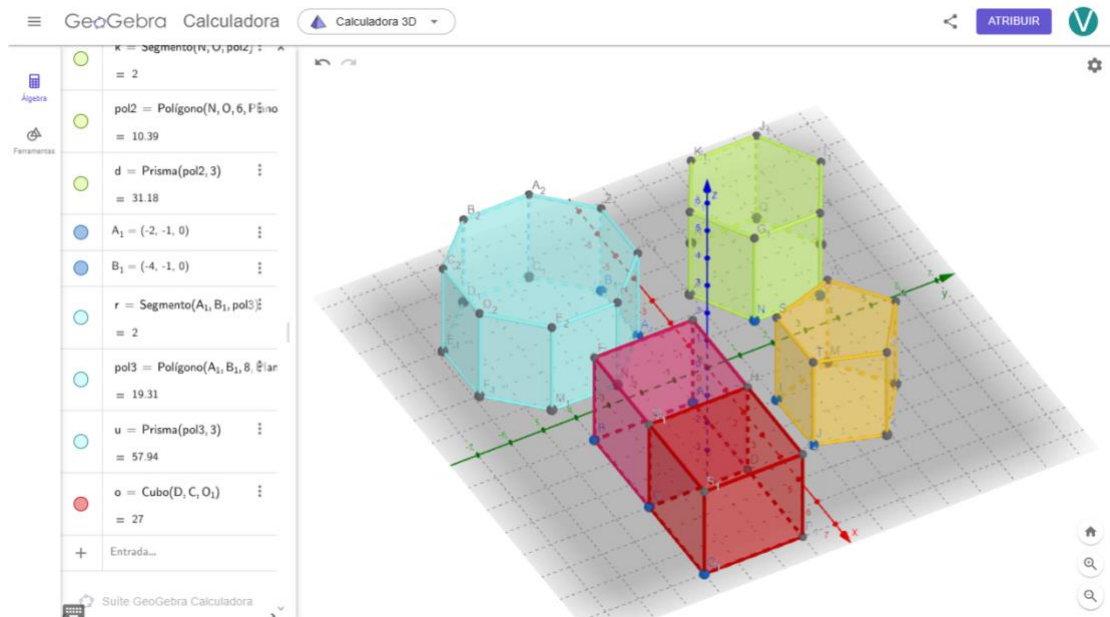
6.2 ATIVIDADE 2: Construção de prismas e pirâmides

OBJETIVOS: Apresentar o processo de construção de prismas e pirâmides no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas do software.

NOTA: No início da aula, o professor perguntará aos alunos quais são as principais características dos prismas e das pirâmides. Seguindo essa linha de raciocínio, questionará em quais situações do cotidiano eles costumam encontrar essas figuras. A partir dessas ideias iniciais, e já contextualizado o tema de estudo, o professor apresentará as definições formais e, em seguida, os elementos que compõem cada sólido, além dos procedimentos de cálculo da área total (A_t), do volume (V) e da diagonal (d). Por fim, o professor demonstrará a construção dessas figuras no GeoGebra.

TAREFA 1: Construir prismas de diferentes bases.

Figura 14 - Prismas

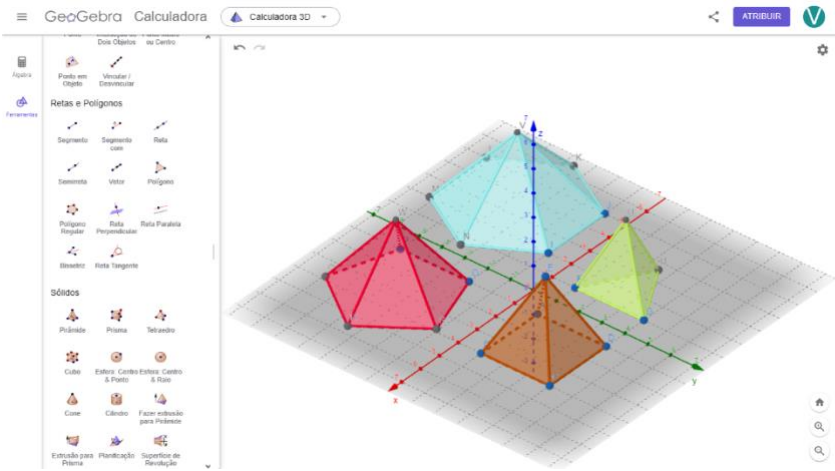


Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características fundamentais de um prisma?	É um sólido geométrico composto por duas bases paralelas e congruentes, variando de diferentes polígonos (triângulo, quadrado, pentágono etc.); as faces laterais são paralelogramos; possui arestas paralelas ligando as bases; o número de faces, arestas e vértices depende do polígono da base, pode ser regular (base regular e faces laterais iguais) ou irregular e pode ser tanto reto (arestas laterais perpendiculares à base) ou oblíquo.
b) Qual é a relação entre o paralelepípedo e o cubo?	O paralelepípedo é um prisma de base retangular e o cubo é um caso especial de paralelepípedo em que todas as arestas são iguais e todas as faces são quadradas. Portanto, todo cubo é um paralelepípedo, mas nem todo paralelepípedo é um cubo.
c) Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção das figuras?	Prisma; Polígono regular; Extrusão para prisma; Distância, Comprimento ou Perímetro; Área; Volume
d) Qual é o roteiro seguido para criar as figuras no software?	Usando a “Polígono regular” cria-se a nossa base do prisma, com a “Extrusão para prisma” seleciona a nossa base e defina a altura sugerida ou utilizar o “Prisma”, selecionando aleatoriamente os pontos para base e a altura
e) Qual é o processo necessário para calcular a diagonal dessas figuras geométricas?	Após a criação da figura escolha os dois pontos que queira saber a diagonal e usando a “Distância, Comprimento ou Perímetro” selecione-os fazendo aparecer o tamanho da diagonal.
f) Como foi realizado o cálculo da área e do volume?	Para se encontra o valor de uma certa área da figura usa-se a “Área” e seleciona parte referente e para o volume usa-se o “Volume” e selecione o prisma em questão.

TAREFA 2: Construir pirâmide de diferentes bases.

Figura 15 – Pirâmides



Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características fundamentais de uma pirâmide?	É um sólido geométrico composto por uma base poligonal (triângulo, quadrado, pentágono etc.), variando de regular (base regular e faces laterais iguais) ou irregular, possui faces laterais triangulares que se encontram em um ponto em comum, chamado vértice ou ápice, além de que o número de faces é o mesmo número de lados da base e podendo ser reta (o vértice alinhado com o centro da base) ou oblíqua.
b) Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?	Pirâmide, Polígono regular; Ponto; Fazer extrusão para pirâmide; Ponto médio ou centro; Distância, Comprimento ou Perímetro; Segmento; Área e Volume
c) Qual é o roteiro seguido para criar a pirâmide no software?	Usando a “Polígono regular” cria-se a nossa base da pirâmide, com a “Fazer extrusão para pirâmide” seleciona a nossa base e define a altura sugerida ou utilizar a “Pirâmide”, selecionando aleatoriamente os pontos para base e a altura.
d) Como podemos determinar as apótemas das pirâmides?	Após a construção da pirâmide solicitada, usa-se o “Ponto médio ou centro”, depois usando o “Segmento” conectar o ponto médio com o ápice e por fim com a “Distância, Comprimento ou Perímetro” para saber o tamanho.
e) Como foi realizado o cálculo da área e do volume?	Para se encontra o valor de uma certa área da figura usa-se a “Área” e seleciona parte referente e para o volume usa-se o “Volume” e selecione a pirâmide em questão.

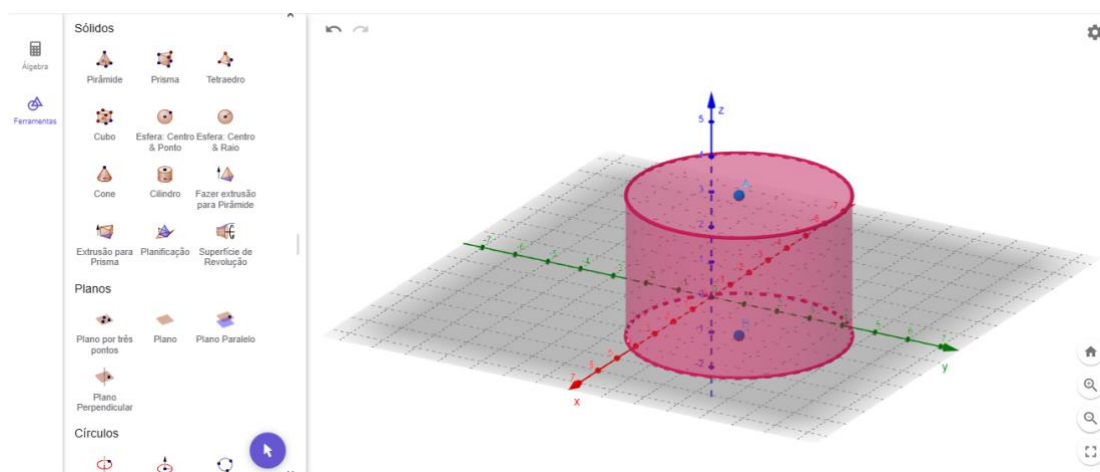
6.3 ATIVIDADE 3: Construção do cilindro, cone e esfera

OBJETIVOS: Apresentar o processo de construção do cilindro, do cone e da esfera no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas do software.

NOTA: No início da aula, o professor perguntará aos alunos quais são as principais características do cilindro, do cone e da esfera. Seguindo essa linha de raciocínio, solicitará que identifiquem situações do cotidiano em que essas figuras geométricas costumam aparecer. A partir dessas ideias iniciais, e já contextualizado o conteúdo, o professor apresentará as definições formais e, em seguida, os elementos que compõem cada sólido, bem como os procedimentos de cálculo da área lateral (A_l), da área total (A_t) e do volume (V). Por fim, o professor demonstrará a construção dessas figuras no GeoGebra.

TAREFA 1: Construção do cilindro

Figura 16 - Cilindro



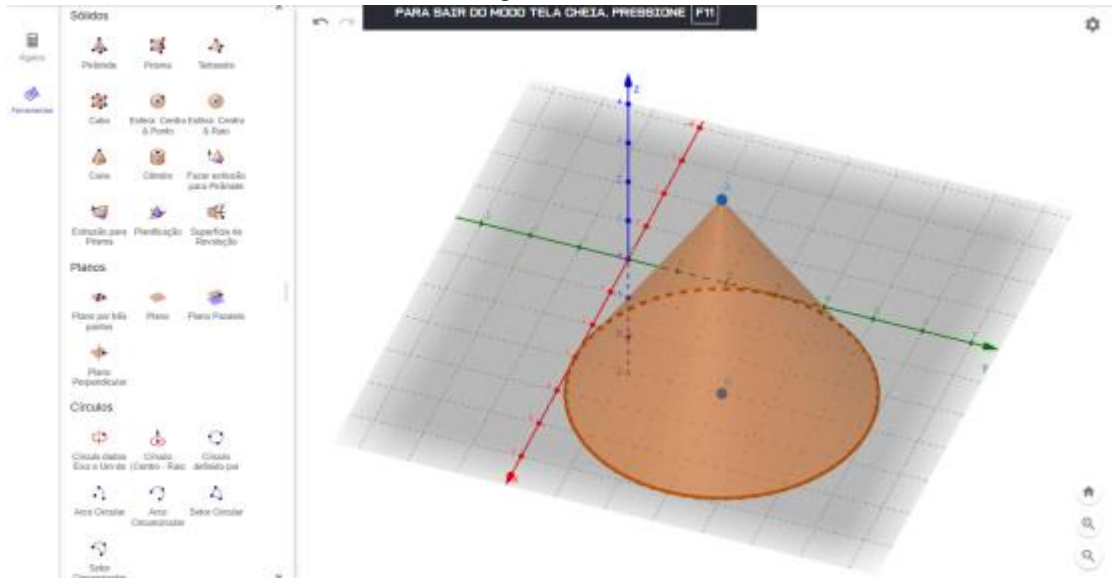
Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características fundamentais de um cilindro?	É um sólido geométrico não poliedro (tendo superfícies curvas), possui duas bases circulares e paralelas, sua superfície lateral é curva, variando entre reto (geratriz perpendicular às bases), a geratriz é igual à altura, oblíquo ou equilátero (geratriz, a altura e a distância são iguais) e é classificado como um corpo redondo.
b) Qual é a relação entre o retângulo e o desenvolvimento plano do cilindro?	O cilindro circular reto, ou cilindro de resolução, pois é gerado pela rotação de um retângulo em torno de um eixo que contém um dos seus lados.
c) Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção das figuras?	Cilindro; Ponto; Reta perpendicular; Reflexão em relação a um ponto; Distância, Comprimento ou Perímetro; Segmento; Área e Volume

d) Qual é o roteiro seguido para criar o cilindro no software?	Usando o “Cilindro” seleciona o ponto no eixo, já definindo à altura, que deseja criar a figura e indicar o tamanho do raio.
e) Como podemos determinar a geratriz da figura?	Com a figura já criada usando o “Ponto” escolha um posição em uma circunferência das bases, com a “Reta perpendicular” selecione o ponto obtendo a posição do outro ponto na base oposta, agora usando o “Segmento” ligue ambos os pontos e com a “Distância, Comprimento ou Perímetro” descobre-se o tamanho da geratriz.
f) Como foram realizados os cálculos da área lateral, da área total e do volume?	Para se encontra o valor da área da base usa-se a “Área” e seleciona parte referente, para a área lateral é necessário usar o comando, na caixa de entrada, $AreaLateral= 2\pi rh$, o r sendo o raio já escolhido e h o ponto central da base de cima, e para o volume usa-se o “Volume” e selecione o cilindro em questão.

TAREFA 2: Construção do Cone.

Figura 5: Cone



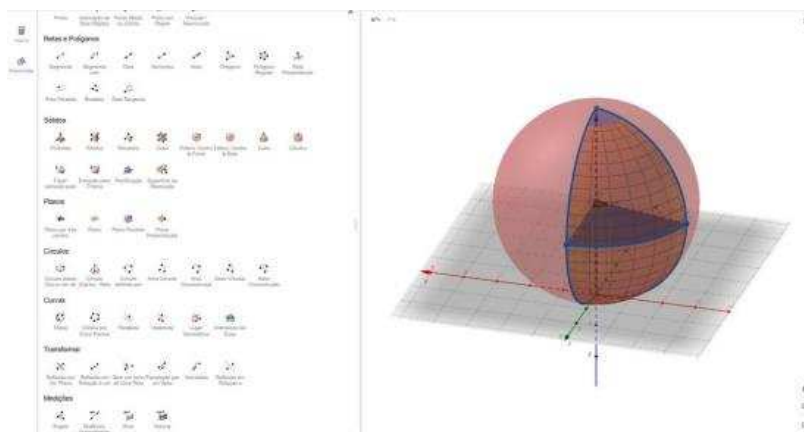
Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características fundamentais de um cone?	É um sólido geométrico não poliedro, possuindo apenas uma única base circular e tendo um ponto superior chamado vértice ou ápice, a sua superfície lateral é curva, formada pela geratriz, que liga qualquer ponto da circunferência da base ao vértice, pode variar entre cone reto, tendo a geratriz, altura e raio formando um triângulo, e é um corpo redondo.
b) Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?	Cone; Ponto; Reflexão em relação a um ponto; Distância, Comprimento ou Perímetro; Segmento; Área e Volume

c) Qual é o roteiro seguido para criar o cone no software?	Usando o “Cone” seleciona o ponto no eixo, já definindo a altura, que deseja criar a figura e indicar o tamanho do raio.
d) Como podemos determinar a geratriz dessa figura?	Usando o “Ponto” criamos um ponto na circunferência da base até o vértice, usando “Segmento”, e com a “Distância, Comprimento ou Perímetro” descobre-se o tamanho da geratriz.
e) Como foram realizados os cálculos da área lateral, da área total e do volume?	Para se encontra o valor da área da base usa-se a “Área” e seleciona a base, para a área lateral é necessário usar o comando, na “Caixa de entrada”, $\text{Área Lateral} = \pi r h$, o r sendo o raio já escolhido e h, a altura do ponto central da base até o vértice, e para o volume usa-se o “Volume” e selecione o cilindro em questão.

TAREFA 3: Construção da esfera

Figura 17 - Fuso e cunha esférica



Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características fundamentais de uma esfera?	É um sólido geométrico não poliedro, totalmente curvo, sem faces laterais, fazendo com que não possua arestas, vértices e nem faces planas, na qual todos os pontos da superfície estão à na mesma distância do centro, conhecida como raio, o diâmetro é o dobro do raio, passando pelo centro, e é um corpo redondo.
b) Quais ferramentas do GeoGebra foram utilizadas na construção da figura?	Esfera: Centro & Ponto; Esfera: Centro & Raio; Ponto; Ponto em objeto; Segmento; Reflexão em relação a um ponto; Setor Circular; Arco Circuncircular; Setor Circuncircular; Girar em torno de uma reta; Ângulo; Distância, Comprimento ou Perímetro; Área e Volume.
c) Qual é o roteiro seguido para criar a esfera no software?	Usando a “Esfera: Centro & Ponto” é preciso antes delimitar o eixo e um ponto, delimitado por um “Controle deslizante”, a letra fica escolha da pessoa (w), que será o raio da esfera, fazendo isso basta conectar ambos e criar a esfera. Usando “Esfera: Centro & Raio” é preciso escolher o eixo e delimitar o tamanho do raio.

d) Como foram realizados os cálculos da área e do volume da esfera?	Para calcular a área é necessário digitar na “Caixa de entrada” $\text{Área} =$ e para encontrar o valor do volume usa-se o “Volume”, bastando clicar na esfera.
e) Como podemos construir o fuso esférico e a cunha esférica no GeoGebra?	Para uma melhor visualização é recomendado criar uma esfera com o “Esfera: Centro & Ponto”. É preciso criar um “Controle deslizante”, a letra fica escolha da pessoa (w), com uma variação de 0° a 360° , usando o “Girar em torno de uma reta” selecione o ponto do raio (A) com o do centro (B) obtendo outro ponto (A’), com o “Setor Circular” e “Ângulo” interligue esses três pontos, A, B e A’. Com o “Ponto em objeto” crie dois pontos, um no topo (C) e outro na parte inferior (D), usando “Arco Circuncircular” será criado dois arcos, o primeiro (d) vai ser a conexão de C, A e D e o segundo (e) com C, A’ e D. Na “Caixa de entrada” será usado o comando “Superfície(d, w, EixoZ)”. Movendo o w é possível criar qualquer fuso esférico, já a cunha esférica é necessário utilizar o “Setor Circuncircular” criando duas semicírculos, o primeiro (k) sendo a conexão de C, A e D e o segundo (q) a conexão dos pontos C, A’ e D.
f) Como foram determinados a área do fuso esférico e o volume da cunha esférica?	Para encontrar a área da fuso vamos utilizar o comando $A_{\text{fuso}} = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2$. Para encontrar o volume da cunha $V_{\text{cunha}} = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^2$.

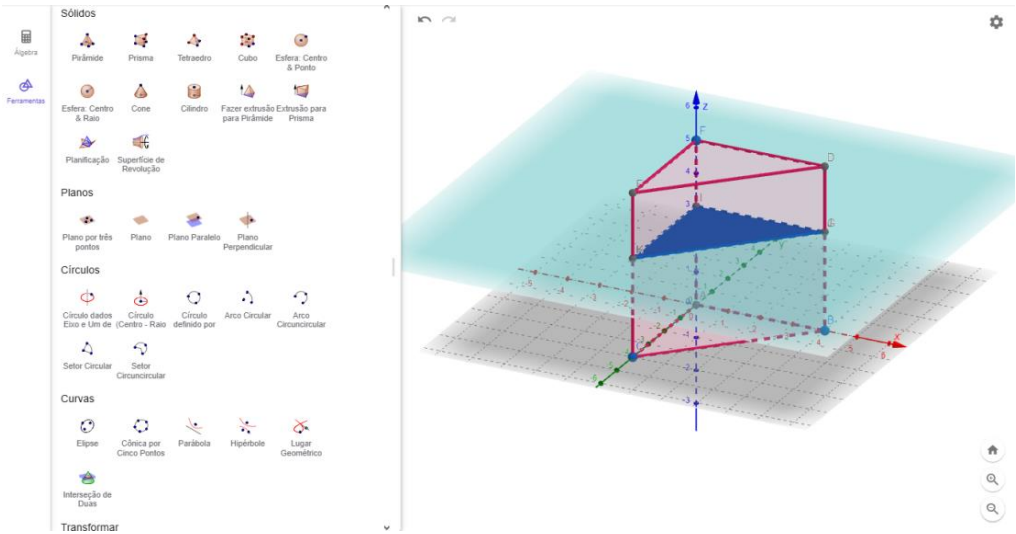
6.4 ATIVIDADE 4: Secções Transversais das figuras

OBJETIVOS: Aplicar o processo de construção de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas no GeoGebra, utilizando as ferramentas disponíveis na barra de ferramentas, e desenvolver as secções transversais dessas figuras.

NOTA: Inicialmente, o professor solicitará que os alunos construam as figuras previamente estudadas. Em seguida, com as construções já realizadas, o professor apresentará as definições de secção transversal e os elementos que as compõem, além dos procedimentos de cálculo da área lateral (A_l), da área total (A_t) e do volume dos troncos (VT). Por fim, o professor demonstrará como realizar a construção das secções no GeoGebra.

TAREFA 1: Análise da secção do prisma.

Figura 18 - Secção do prisma

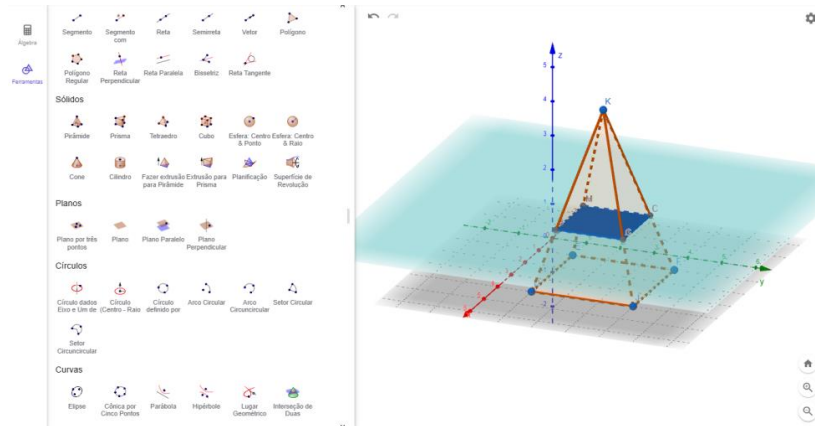


Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características de uma secção transversal?	A secção de um prisma é formada pelo corte do prisma por um plano que intercepta todas as arestas laterais.
b) Como a secção é determinada em um prisma?	Pelas características do prisma quando um plano o corta, a figura obtida depende da inclinação do plano. Pode haver três tipos de cortes: paralelo a base; oblíquo e perpendicular.
c) Qual roteiro para se criar as secções?	Cria-se primeiro o prisma, depois com a ferramenta “Plano com três pontos” temos o plano que corta a figura e por fim criamos um novo prisma a partir do novo plano.
d) Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos das figuras?	Com o novos prismas usa-se a “Área” e “Volume” para saber as respectivas medidas.

TAREFA 2: Análise da secção da pirâmide.

Figura 19 - Secção da pirâmide

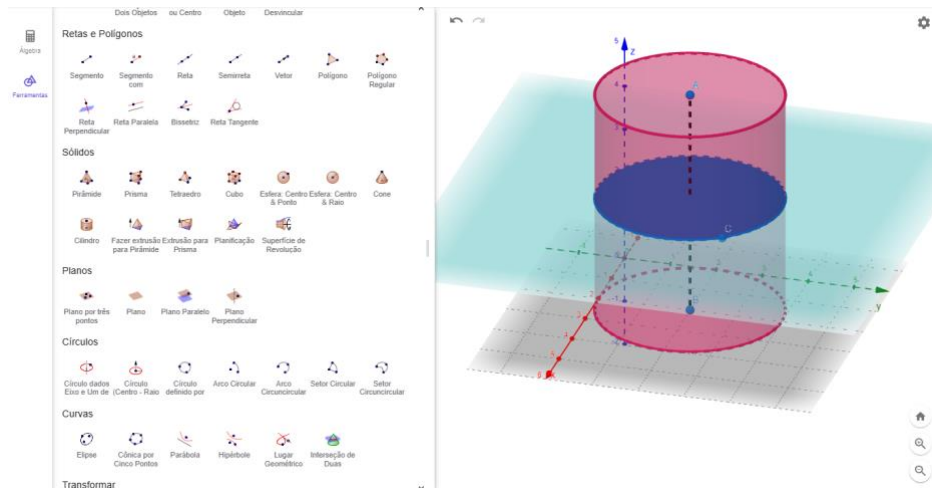


Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características de uma secção transversal?	O sólido que contém o vértice forma uma nova pirâmide, e o sólido que contém a base da pirâmide é um tronco de pirâmide de bases paralelas.
b) Como a secção é determinada em uma pirâmide?	Pelas características da pirâmide quando um plano o corta, a figura obtida depende da inclinação do plano. Pode haver três tipos de cortes: paralelo a base; oblíquo e perpendicular.
c) Qual roteiro para se criar as secções?	Primeiro cria-se a pirâmide, usando “Reta perpendicular” criamos a altura da pirâmide. Para o tronco é necessário seccionar a figura, usando o “Plano Perpendicular” basta escolher algum local da altura, obtendo a altura do tronco e a base menor do tronco.
d) Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos da pirâmide?	Para calcular a área vai ser utilizado a “Área” para encontrar a da maior (Ab), da menor (ab) e a lateral (Al), na “Caixa de entrada” utiliza-se o comando $\text{Área} = Ab + ab + n \cdot Al$. Para calcular o volume na “Caixa de entrada” utiliza-se o comando $\text{Volume} = \frac{h}{3} (Ab + \sqrt{Ab \cdot ab} + ab)$.

TAREFA 3: Análise da secção do cilindro

Figura 20 - Secção do cilindro

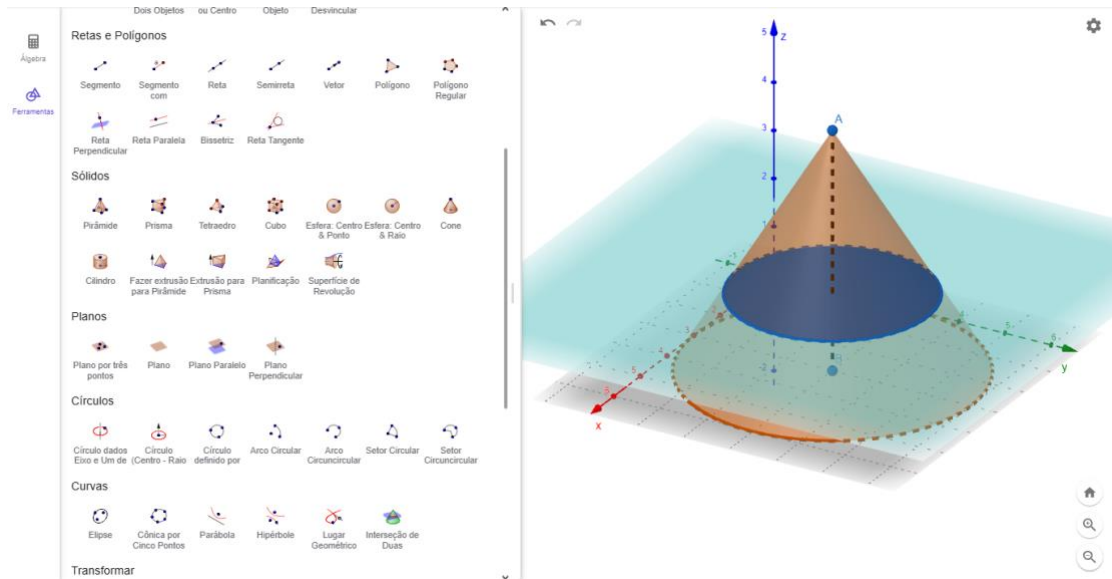


Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características de uma secção transversal?	A secção de um cilindro é formada pelo corte do cilindro por um plano que intercepta todas sua superfície lateral.
b) Como a secção é determinada em um cilindro?	Pelas características do cilindro quando um plano o corta, a figura obtida depende da inclinação do plano. Pode haver três tipos de cortes: paralelo a base; oblíquo e perpendicular.
c) Qual roteiro para se criar as secções?	Criamos a figura, conectamos os centros das bases com “Segmento” e selecionamos algum ponto (C) dele para ser a secção com a “Intersecção de duas superfícies”, clicando no plano e no cilindro, obtendo o tronco.
d) Como foram realizados os cálculos da área e do volume dos troncos do cilindro?	Para calcular a área vai ser utilizado o “Ponto” na secção (D), conectando C a D teremos o raio (r) e de A a C obtemos a altura (h), na “Caixa de entrada” utiliza-se o comando $\text{Área} = 2 * \pi * r * (h + r)$. Para calcular o volume na “Caixa de entrada” utiliza-se o comando $\text{Volume} = \text{Ab} * h$.

TAREFA 4: Análise da secção do cone.

Figura 21 - Secção do cone

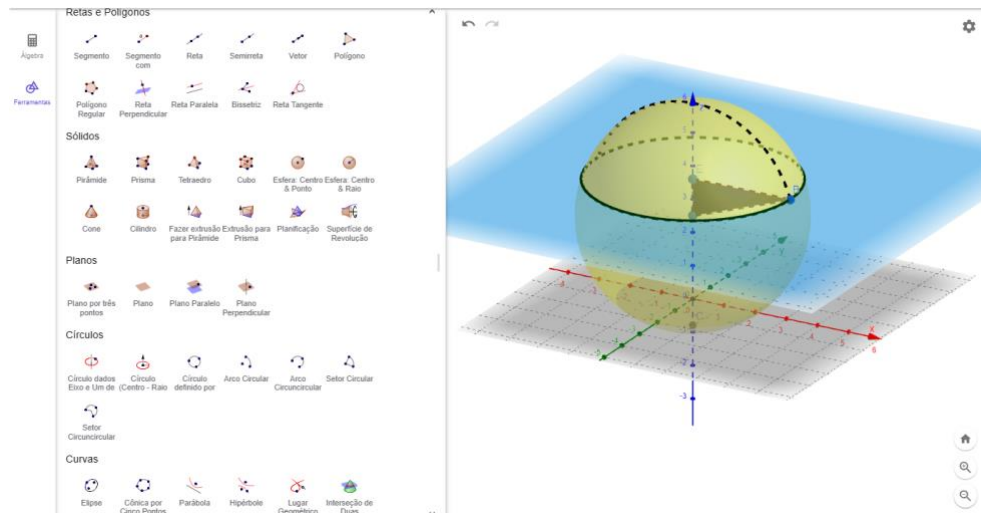


Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características de uma secção transversal?	O sólido que contém o vértice forma um novo cone, e o sólido que contém a base do cone é um tronco de cone de bases paralelas e os elementos lineares homólogos são proporcionais, sendo assim semelhantes.
b) Como a secção é determinada em um cone?	A secção depende da inclinação do plano que está cortando. Variando para três tipos: paralelo a base; perpendicular e oblíquo.
c) Quais são as diferenças entre o tronco de pirâmide e o tronco de cone?	Os mesmo que se encontram nas diferenças da pirâmide e do cone, formato das bases são diferentes e os troncos apresentam a base menor com o mesmo formato da base maior
d) Qual roteiro para se criar as secções?	Após a criação do cone com o “Segmento” criamos a altura (h) e cria-se um ponto (D) nesse segmento, com o “Plano perpendicular” usando o D como ponto da secção, para criar a base menor usa-se a “Interseção de duas superfícies”, para a altura do tronco (H) basta fazer o mesmo processo, mas conectando o ponto da base com D. Com o “Ponto” criamos um ponto em algum dos eixos da base, sendo o raio maior (R), e fazendo o mesmo com a base menor, obtendo raio menor (r), e para achar a geratriz (g) usando o “Segmento” interliga-se o ponto do R com a base menor.
e) Como foram realizados os cálculos da área e do volume do tronco de cone?	Para encontrar a área lateral (A_L) usa-se o comando $A_L = r^2 g(R + r)$, para área total (A_T) usa-se o comando $A_T = A_B + A_b + A_L$, para área das bases basta usar a “Área”, e o volume (V) usa-se o comando $V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + Rr + r^2)$.

TAREFA 5: Análise da secção da esfera

Figura 22 - Secção da esfera



Fonte: Autores (2025)

PERGUNTAS INVESTIGATIVAS:	RESPOSTAS ESPERADAS
a) Quais são as características de uma secção transversal?	A secção é sempre um círculo, independentemente da inclinação do plano de corte, mas se passa pelo centro da esfera tem-se a secção do círculo máximo e as demais formam um círculo menor.
b) Como a secção é determinada em uma esfera?	Trabalhar com secções da esfera consiste em compreender que toda secção plana é sempre circular, variando apenas o tamanho conforme a distância do plano até o centro.
c) Qual é o roteiro seguido para criar as secções na esfera?	Usando “Esfera: Centro & Raio” cria-se uma esfera, no centro do plano cartesiano (A). Com “Ponto” escolha algum local para se tornar o ponto da secção (C), com “Plano perpendicular” escolha o C e para finalizar usa-se a “Intersecção de duas superfícies”. Com “Ponto” selecione o todo da esfera (D), conectando A a C tem-se a distância (d) e de C a D tem-se a altura (h). Com “Ponto” escolha algum local da intersecção (B) e com “Polígono” conecte A, B e C, o segmento CB é o raio menor (r) e o segmento AB é o raio maior (R).
d) Como foram realizados os cálculos da área e do volume envolvidos nessas secções?	Para descobrir o valor da área usa-se o comando $A_T = 2\pi Rh$ e para descobrir o valor do volume usa-se o comando $V = \frac{\pi h^2}{3}(3R - h)$.

