



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**KATIANNE KATHLEEN DE SOUZA LIMA**

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO ENVOLVENDO OS SÓLIDOS DE PLATÃO  
SOB O PRISMA DA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO  
SEMIÓTICA EM ATIVIDADES LABORATORIAIS DE UMA TURMA DE 2º  
ANO DO ENSINO MÉDIO**

**RIO BRANCO  
2025**

**KATIANNE KATHLEEN DE SOUZA LIMA**

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO ENVOLVENDO OS SÓLIDOS DE PLATÃO  
SOB O PRISMA DA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO  
SEMIÓTICA EM ATIVIDADES LABORATORIAIS DE UMA TURMA DE 2º  
ANO DO ENSINO MÉDIO**

Texto de defesa apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre (UFAC), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Recursos e Tecnologias em Ensino de Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva

**RIO BRANCO  
2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

- L732p Lima, Katianne Katheen de Souza, 1987 -  
Processo de construção envolvendo os sólidos de platão sob o prisma da teoria dos registros de representação semiótica em atividades laboratoriais de uma turma de 2º ano do ensino médio/ Katianne Katheen de Souza Lima; orientador: Prof. Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva. – 2025.  
156 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM). Rio Branco, 2025.  
Possui bibliografia, apêndice e anexos.
1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Geometria espacial. 3. GeoGebra (Software). I. Silva, Sandro Ricardo Pinto da (orientador). II. Título.

CDD: 510.7

---

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11º/1003.

**KATIANNE KATHLEEN DE SOUZA LIMA**

**PROCESSO DE CONSTRUÇÃO ENVOLVENDO OS SÓLIDOS DE PLATÃO  
SOB O PRISMA DA TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO  
SEMIÓTICA EM ATIVIDADES LABORATORIAIS DE UMA TURMA DE 2º  
ANO DO ENSINO MÉDIO**

Texto de defesa submetido à banca examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Resultado: \_\_\_\_\_ : Rio Branco – AC, 29/11/2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva  
CCET/UFAC (Orientador)

Prof. Dr. José Ronaldo Melo  
CCET/UFAC (Membro Interno)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Liliane Xavier Neves  
UESC (Membro Externo)

Profa. Dra. Salete Maria Chalub Bandeira Bezerra  
CCET/UFAC (Suplente)

*“Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus pelo sustento emocional ao longo deste período e de toda a minha caminhada; em especial, à minha mãe, mulher guerreira e forte, que sempre me apoiou na realização dos meus sonhos e não mediu esforços para me ajudar a concretizar cada um deles, com muito amor e dedicação.”*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo sustento diário e por renovar, todos os dias, a minha fé e a minha esperança, mesmo nos dias em que pareciam não estar presentes. Ebenézer: “Até aqui nos ajudou o Senhor” (1Sm 7:12).

Agradeço à minha mãe, Ivaneide Angélica Jesus de Souza, pelo amor e pelo cuidado; ela sempre me apoiou e me motivou em todos os momentos, mesmo diante dos sentimentos de desistência que rondavam a mente, do cansaço, das noites maldormidas e dos chás de alface para que eu dormisse. Esteve sempre presente, vivenciando cada momento, cada luta e cada vitória alcançada ao longo deste processo de pós-graduação.

Agradeço também às minhas discípulas (Dorcas), minhas apoiadoras, motivadoras, amigas e companheiras, que intercederam por mim durante todo esse tempo, estiveram presentes, choraram comigo, sorriram também e, muitas vezes, contribuíram com impressões de materiais, com trabalhos que poderiam ajudar, com edições e com participação em todo esse processo. Em especial, agradeço a Taila da Cruz Magalhães pelos inúmeros socorros e pela presença constante durante esse período, tornando leve toda a caminhada, com palavras de força e de fé, com amor, zelo e carinho — que são a sua marca.

Agradeço a todo o corpo acadêmico do Mestrado Profissional, turma de 2023. Pois, grandes foram os ensinamentos e as aprendizagens ao longo de cada disciplina ofertada, de cada discussão e do compartilhamento de experiências educacionais.

Agradeço aos meus colegas de classe, pois sempre nos apoiamos, nos auxiliamos e nos motivamos, mesmo diante das adversidades e dificuldades, amparando-nos mutuamente e contribuindo, no que foi possível, para a conclusão deste mestrado — em especial, a Edicleia, James e Euclides.

Agradeço ao Prof. Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva, orientador desta pesquisa, que, ao longo deste período, me auxiliou e me direcionou no que fosse necessário para a concretização e para os resultados positivos deste trabalho.

Agradeço também, em especial, à Profa. Dra. Salete Maria Chalub Bandeira, que contribuiu de forma muito significativa para a construção deste trabalho, muitas vezes sanando dúvidas e oferecendo sugestões, indicando

diferentes abordagens e metodologias e enviando materiais sempre que via algo relacionado à temática desta pesquisa ou a autores que pudessem contribuir com esta dissertação.

Agradeço, ainda, à banca examinadora desta defesa — em especial, à Profa. Dra. Liliane Xavier Neves (participante da qualificação, que contribuiu de forma significativa com este trabalho), do Estado da Bahia, e ao Prof. Dr. José Ronaldo Melo — por contribuírem com esta missão.

Agradeço ao Prof. Dr. Pierre André Garcia Pires, que compõe a coordenação deste programa, pelo auxílio com a documentação e pelas sugestões, sempre com grande disposição para contribuir com a execução deste trabalho.

Agradeço ao diretor da Escola Estadual Armando Nogueira, Marcos Lucas da Silva, pelo acolhimento e pela autorização para a execução da pesquisa na instituição. Agradeço, também, ao professor de Matemática, Cleilton Figueira Leite, regente das turmas do segundo ano, que cedeu seus horários de práticas laboratoriais para que esta pesquisa fosse realizada.

Agradeço, igualmente, ao meu sobrinho, Israel Félix dos Santos — uma criança de apenas oito anos —, que me ofereceu as melhores motivações que uma tia pode ter: nos dias em que eu me sentia triste, muitas vezes chorando e sem ideias para escrever, ele sempre me dirigia palavras de amor e carinho, infundindo bom ânimo para que eu continuasse.

Por fim, agradeço a oportunidade de construir este trabalho, que trouxe profundo enriquecimento — em especial, na minha área de atuação —, abrindo um leque de oportunidades a serem desenvolvidas neste contexto.

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrependem”.*

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

Esta pesquisa analisa como a inserção de tecnologias digitais e o uso de recursos manipuláveis, articulada à Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), contribui para a aprendizagem de Geometria Espacial com foco nos Sólidos de Platão em uma turma de 2º ano do Ensino Médio integral de Rio Branco (AC). De abordagem qualitativa, configura-se como estudo de caso, desenvolvido em atividades laboratoriais e em sequência de encontros que combinaram diagnóstico inicial, uso de recursos digitais (Kahoot e GeoGebra Classic 3D) e construção de modelos físicos e planificações com materiais concretos. O objetivo geral foi compreender o processo de construção e planificação de sólidos geométricos em abordagens lúdicas e tecnológicas. Os objetivos específicos envolveram: (i) realizar o mapeamento de conceitos iniciais sobre semiótica, sólidos geométricos e tecnologias; (ii) descrever processo de planificação com materiais concretos e com o GeoGebra; e (iii) ilustrar as figuras sólidas em contextos do cotidiano escolar. Os resultados indicaram melhora na coordenação entre registros (linguagem natural, figural/diagramático, simbólico e digital), avanço na leitura e no pareamento sólido–planificação, e maior engajamento discente, com evidências de transferência para situações do cotidiano. Como produto educacional, organiza-se um conjunto de atividades integradas (diagnóstico, exploração digital 3D e construção/manipulação de modelos) alinhado à BNCC e aplicável a contextos escolares com infraestrutura diversa. Conclui-se que a integração tecnologia–materiais concretos, mediada pela TRRS, potencializa a compreensão conceitual e a autonomia operacional em Geometria Espacial, resultando no processo construtivo de conhecimento evidenciando a importância da conexão ensino lúdico e tecnológico.

**Palavras-chave:** Geometria Espacial. Sólidos de Platão. Registros de Representação Semiótica. GeoGebra. Ensino Médio. Tecnologia Educacional.

## ABSTRACT

This research analyzes how the integration of digital technologies and the use of manipulable resources, articulated with the Theory of Semiotic Representation Registers (TSRR), contributes to the learning of Spatial Geometry, focusing on the Platonic Solids, in a 2nd year high school class (full-time program) in Rio Branco (AC). With a qualitative approach, it is configured as a case study, developed through laboratory activities and a sequence of meetings that combined an initial diagnostic, the use of digital resources (Kahoot and GeoGebra Classic 3D), and the construction of physical models and nets with concrete materials. The general objective was to understand the process of constructing and netting geometric solids through playful and technological approaches. The specific objectives involved: (i) carrying out a mapping of initial concepts about semiotics, geometric solids, and technologies; (ii) describing the netting process with concrete materials and with GeoGebra; and (iii) illustrating the solid figures in contexts of the school's daily life. The results indicated an improvement in the coordination between registers (natural language, figural/diagrammatic, symbolic, and digital), an advance in the reading and matching of solid–net, and greater student engagement, with evidence of transfer to everyday situations. As an educational product, a set of integrated activities (diagnostic, 3D digital exploration, and model construction/manipulation) is organized, aligned with the BNCC (National Common Curricular Base) and applicable to school contexts with diverse infrastructure. It is concluded that the technology–concrete materials integration, mediated by the TSRR, enhances conceptual understanding and operational autonomy in Spatial Geometry, resulting in a knowledge construction process that highlights the importance of connecting playful and technological teaching.

**Keywords:** Spatial Geometry; Platonic Solids; Registers of Semiotic Representation; GeoGebra; High School; Educational Technology.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Sala de recursos tecnológicos.37
- Figura 2 - Um prisma de base triangular e sua planificação.43
- Figura 3 - Interface do Geogebra47
- Figura 4 - Esquema da teoria dos signos (objeto–signo–interpretante; ícone, índice e símbolo).54
- Figura 5 - Semiótica (signo–objeto–interpretante)56
- Figura 6 - Representações semióticas59
- Figura 7 - Registro de conversão.63
- Figura 8 - Sólidos Geométricos, alguns exemplos.66
- Figura 9 - Euclides de Alexandria68
- Figura 10 - Representação de uma figura espacial:71
- Figura 11 - Sólidos de Platão73
- Figura 12 - Os quatro elementos no contexto dos Sólidos Platônicos74
- Figura 13 - Relação de EULER75
- Figura 14 - Pesquisa quantitativa e qualitativa77
- Figura 15 - Escola Estadual Armando Nogueira81
- Figura 16 - Pesquisadora e Prof. Cleilton participando do diálogo com a turma.83
- Figura 17 – Aplicação de questionário da turma do 2º C da Esc. Estadual Armando Nogueira84
- Figura 18 - Sólidos de Platão89
- Figura 19 - Cartões com as divisões por grupos.94
- Figura 20 - Configuração para início do Quiz no Kahoot.95
- Figura 21 - Acesso para participação do Quiz via Kahoot.96
- Figura 22 - Formato de aparição das respostas nos dispositivos dos participantes.97
- Figura 23 - Projeção do Quiz no auditório da escola.99
- Figura 24 - QRcode disponibilizado para acesso ao Quiz.99
- Figura 25 - Alunos resolvendo as questões no Kahoot com seus grupos.100
- Figura 26 - Questão com menor acerto no Quiz.101
- Figura 27 - Questões Quiz.102
- Figura 28 - Grupo com melhor pontuação no Quiz.103
- Figura 29 - Produção no GeoGebra na Sala de Informática.105
- Figura 30 - Janela de visualização 3D.106
- Figura 31 - Construção de dois pontos no plano cartesiano.107
- Figura 32 - Pontos gerados.107
- Figura 33 - Construindo o triângulo com a medida de todas as 20 faces que compõem o Icosaedro.108
- Figura 34 – Geração no GeoGebra de um sólido com 20 faces regulares.108
- Figura 35 - Construção do Dodecaedro, selecionando Pentágono regular.109
- Figura 36 - Construído sólido Dodecaedro.109
- Figura 37 - Construção do Octaedro.110
- Figura 38 - Comando para gerar o Cubo, também conhecido como Hexaedro.110
- Figura 39 - Hexaedro ou Cubo construído.111
- Figura 40 - Construção Tetraedro.111
- Figura 41 - Tetraedro construído.112
- Figura 42 - Ícone para planificação dos sólidos.113
- Figura 43 - Sólidos Planificados.114
- Figura 44 - Planificação e seu controle deslizante.114
- Figura 45 - Colocando a janela de visualização visível115

- Figura 46 - Animação das figuras.115
- Figura 47 - Animação real.116
- Figura 48 - Planificação criada pelos alunos.116
- Figura 49 - Criação dos alunos no GeoGebra117
- Figura 50 - Sala de laboratório de Matemática e Física.118
- Figura 51 - Sólidos de Platão em Acrílico119
- Figura 52 - Alunos pensando como será realizada a planificação.121
- Figura 53 - Construção planificação Tetraedro122
- Figura 54 - Cubo planificado122
- Figura 55 - Construção planificação Octaedro.123
- Figura 56 - Planificação Dodecaedro124
- Figura 57 - Planificação Icosaedro124
- Figura 58 - Icosaedro no papel cartão.126
- Figura 59 - Sólidos planificados pelos alunos.126
- Figura 60 - Sólidos construídos no papel cartão127
- Figura 61 - Sólidos construídos com uma face aberta para utilização presenteável.128

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Pesquisas mapeadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.26

Quadro 2 - As fases tecnológicas segundo Borba (2014).39

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Resumo da busca por dissertações profissionais com descritores Conteúdo + Nível (A+D)<sup>23</sup>

Tabela 2: Resumo da busca por dissertações profissionais com descritores Conteúdo + Recurso/Metodologia (A+C)<sup>24</sup>

Tabela 3: Resumo da busca por dissertações profissionais com os descritores Conteúdo + Base Teórica (A+B)<sup>24</sup>

Tabela 4: Resumo da busca por dissertações profissionais com os descritores Base Teórica + Recurso (B+C)<sup>25</sup>

Tabela 5: Resumo da busca por dissertações profissionais com Combos específicos (A+B+C)<sup>25</sup>

Tabela 6: Resumo da busca por dissertações profissionais com Variantes e sinônimos<sup>25</sup>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AVA** – Ambiente Virtual de Aprendizagem

**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CAS** – Sistemas de Álgebra Computacional

**CEP** – Comitê de Ética em Pesquisa

**EM** – Ensino Médio

**FURB** – Universidade Regional de Blumenau

**IF Sudeste MG** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

**IFES** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

**LDBEN** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

**MEC** – Ministério da Educação e Cultura

**PPGECIM** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

**PPGECM** – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**ProfEPT** – Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica

**PROFMAT** – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional

**RA** – Realidade Aumentada

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**TD** – Tecnologias Digitais

**TDICs** – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

**TI** – Tecnologias Informáticas

**TIC** – Tecnologias da Informação e Comunicação

**TPACK** – Technological Pedagogical Content Knowledge (Conhecimento Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo)

**UEPA** – Universidade do Estado do Pará

**UEPG** – Universidade Estadual de Ponta Grossa

**UERR** – Universidade Estadual de Roraima

**UESB** – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

**UFAC** – Universidade Federal do Acre

**UFRGS** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**UFU** – Universidade Federal de Uberlândia

**Univates** – Universidade do Vale do Taquari

**UPF** – Universidade de Passo Fundo

**UTFPR** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.1    Método da revisão.....	22
2.2    Temáticas recorrentes e recursos didáticos .....	31
2.2.1    Lacunas e oportunidades .....	31
2.2.2    Implicações para o desenho da intervenção.....	32
2.2.3    Limitações .....	32
2.3    Considerações finais .....	33
3. TECNOLOGIA: AVANÇO SIGNIFICATIVO NA DOCÊNCIA.....	34
3.1    GeoGebra como ferramenta tecnológica .....	40
4. CONHECENDO A SEMIÓTICA.....	49
4.1    Estudo dos signos na concepção peirceana.....	53
4.2    Representação dos registros semióticos na geometria espacial.....	57
4.3    Conversão e tratamento de registo de representação semiótica .....	61
5. GEOMETRIA ESPACIAL – DESVENDANDO SÓLIDOS DE PLATÃO .....	65
5.1    Sólidos de Platão .....	71
5.2    Teorema de EULER .....	75
6 METODOLOGIA.....	77
7. FASES DA METODOLOGIA.....	81
7.1    1º Encontro.....	82
7.1.1    Análise de dados do questionário .....	84
7.2    2º Encontro.....	92
7.3    3º Encontro.....	98
7.4    4º Encontro.....	104
7.5    5º Encontro.....	117
7.6    6º Encontro.....	125
8. RESULTADOS .....	129
9. CONCLUSÃO .....	133
REFERÊNCIAS .....	135
APÊNDICE A - Questionário Aplicado.....	141
APÊNDICE B - Divisão dos Grupos .....	143
APÊNDICE C - Questões do Kahoot .....	146
APÊNDICE D – Relatório Kahoot.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 1
ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	153
ANEXO B – Formulário de Apresentação Mestranda.....	156

## INTRODUÇÃO

Desde o princípio de minha formação acadêmica, Licenciatura em Matemática, realizada na Universidade Federal do Acre, tive o privilégio de lecionar em uma escola de Ensino em Tempo Integral em Rio Branco-AC, por um período de cinco anos. Vivenciei um modelo excelente de ensino e de preparação escolar, com múltiplas oportunidades de construção no processo ensino-aprendizagem, com as disciplinas: Matemática, Eletivas, Oficina de Matemática, Estudo Orientado, Práticas Laboratoriais e Rotas de Aprofundamento.

Nesse tempo, procurei desenvolver diversas atividades práticas relacionadas com o cotidiano nas Disciplinas Diversificadas – que são componentes presentes no currículo das Escolas em Tempo Integral -, mas, especificamente na disciplina de Prática Laboratorial realizada nas Áreas de Matemática e Ciências da Natureza que contribuíssem com a relação teoria-prática, como com a Geometria Plana, Geometria Espacial, Matemática Financeira, Funções e conteúdos que estão presentes no Currículo proposto.

Para tais realizações, foram utilizados diferentes recursos, desde o simples ensinar tradicionalmente utilizando quadro e pinceis, como também com recurso lúdicos e tecnológicos, como o GeoGebra, o Tangram, a construção de sólidos com papéis e materiais reciclados.

No tocante à Geometria, foi comumente utilizado o software GeoGebra, criado por Markus Hohenwarter em 2001, sendo um aplicativo aprimorado ao longo dos anos, utilizado como uma grande ferramenta inovadora para a área da Matemática e Ciências Aplicadas. “O GeoGebra é um software de matemática dinâmica gratuito e multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo numa única aplicação” (Borba, 2014, p.47).

A plataforma GeoGebra desenvolve uma multiculturalidade e o letramento digital proposto inclusive nas normas da BNCC e seus parâmetros curriculares, proporcionando aos professores e alunos um leque de inovação e aprendizado em sala de aula, trazendo desde a geometria plana à geometria espacial, os

objetos bidimensionais e tridimensionais que podem ser encontrados facilmente no dia a dia escolar e se bem utilizados, oferecerem recursos riquíssimos para o desenvolvimento de conceitos e propriedades das figuras planas, bem como dos sólidos geométricos e sua planificação, visto que este último será o foco central do objeto a ser estudado.

Diante disso, pude perceber o quanto ainda é pouco diferenciada uma figura geométrica da outra, o quanto as suas dimensões podem ser facilmente confundidas entre os alunos, suas características e representações, dificultando assim, que vejam a relação bidimensional e tridimensional, na sua amplitude e características afins. Resultando muitas vezes, em um baixo rendimento escolar e um descontentamento no tocante ao aprendizado com relação aos estudos geométricos.

Lieban e Muller comentam que “através de atividades com o GeoGebra, podemos criar um ambiente mais propício para a aprendizagem de matemática”. No entanto, de acordo com Baldini e Cyrino (2012, p.CLXII-CLXIII), “o computador ou a utilização do GeoGebra por si só, não garante o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem”. Além das potencialidades oferecidas, existem outros aspectos fundamentais a serem consideradas como relação ao uso educacional de uma tecnologia, como por exemplo, o papel do professor, o design ou natureza da atividade proposta, dentre outros (Borba, 2014, p.48).

Nesse período de trabalho com a disciplina de Matemática e com as práticas laboratoriais, em diversos momentos percebi, por parte de alguns alunos, dificuldades relacionadas à estrutura das figuras geométricas e aos cálculos de áreas, perímetros e volumes, bem como na diferenciação entre área e perímetro. Em alguns casos, observei também defasagem no uso das operações básicas necessárias à resolução de problemas, um gargalo que se arrasta desde anos anteriores.

O desejo de ingressar no Mestrado Profissional na área não se limita à busca por qualificação; decorre, sobretudo, do interesse em explorar estratégias que colaborem com o ensino dessa disciplina diante das dificuldades dos alunos e, por vezes, também dos professores na busca por novas possibilidades concretas de mediação do conhecimento, de modo a despertar o interesse dos estudantes em vivenciar o processo de aprendizagem, especialmente no que se refere à Geometria e aos sólidos geométricos.

Diante da importância e da necessidade de compreender a Geometria em suas múltiplas dimensões, esta pesquisa propõe um estudo mais aprofundado, tomando como corpus livros didáticos utilizados em sala de aula por professores e alunos. Busquei examinar como esses conteúdos vêm sendo apresentados, os registros de representação semiótica utilizados no desenvolvimento dos sólidos geométricos, mais especificamente os sólidos de Platão, e novas possibilidades de compreensão e exposição desses conteúdos. Para isso, foi realizado um estudo sobre esses sólidos e uma revisão de literatura que mapeia autores e pesquisas que abordam tais temas e ideias, ressaltando sua relevância e presença no cotidiano.

Atualmente, vivencia-se grandes desafios sociais, culturais, econômicos e educacionais, com novas tendências e modelos de ensino e a inserção de diferentes eixos no campo acadêmico e escolar. A vida humana tem passado por um amplo conjunto de transformações em diversas esferas e níveis sociais e nos mais variados setores profissionais. No âmbito da docência, há permanente atualização e remodelagem, com ampliação de métodos e metodologias voltados à busca pelo conhecimento, ao processo de ensino-aprendizagem e aos seus efeitos.

Paradigmas contestados, certezas abaladas, verdades desacreditadas. São momentos difíceis estes por que passam as ciências neste final de século. Área do conhecimento construída com a íntima participação de saberes científicos, a educação vê refletidos no seu interior cada tremor e cada abalo nos campos que lhes são afins. No entanto, mais do que uma crise na educação – incontestável – vivemos uma crise de valores. Aguda e dolorosa (Moysés, 1997, p. 7).

Neste contexto de grandes mudanças que vivenciamos, como classe educadora, as diversas áreas da vida humana precisam reinventar-se e adaptar-se às novas tendências, às descobertas e aos meios de comunicação e expressão. Em outras palavras, transformam-se a maneira como se constrói o sentido das coisas ao nosso redor e os modos de questionar, formular e compartilhar conceitos e compreensões. Conforme Santaella (2012), essas transformações incidem diretamente sobre os processos de significação e aprendizagem.

Após o século XX (pós-revolução industrial), as invenções de máquinas capazes de produzir, armazenar e difundir linguagens (a fotografia, o

cinema, os meios de impressão gráfica, o rádio, a TV, as fitas magnéticas, etc), povoaram nosso cotidiano com mensagens e informações que nos espreitam e nos esperam (Santaella, 2012, p17).

Pode-se dizer que o advento das tecnologias digitais instaurou novos significados e novas formas de conceituar e transmitir o conhecimento no âmbito escolar, tornando necessária a contextualização do ensino e a articulação entre o aprender e o aprender a fazer. Esse movimento aproxima o mundo vivido e os modos de pensar dos processos de produção do conhecimento, da aprendizagem e das formas pelas quais são exercidas.

Essa necessidade trouxe aos ambientes escolar, político, econômico, social e profissional o uso de uma linguagem mais expressiva, capaz de articular o que está ausente e o que está presente, campo de estudo conhecido como Semiótica. Santaella (2002) afirma que:

Desse modo, a teoria semiótica nos permite penetrar no próprio movimento interno das mensagens, no modo como elas são engendradas, nos procedimentos e recursos nelas utilizados. Permite-nos também captar seus vetores de referencialidade não apenas a um contexto mais imediato, como também a um contexto estendido, pois em todo processo de signos ficam marcas deixadas pela história, pelo nível de desenvolvimento das forças produtivas econômicas, pela técnica e pelo sujeito que as produz. (Santaella, 2002, p. 5).

Segundo D'Amore (2015, p. 27.) "a semiótica e a matemática nasceram e cresceram juntas, lado a lado, ajudando-se e sustentando-se mutuamente". A semiótica decorre da necessidade social de comunicação com o outro; nessa interação, estabelece-se a articulação entre significante e significado. É essa articulação que fundamenta o presente trabalho, dedicado ao estudo dos signos e de suas representações.

Entretanto, por ser uma teoria muito abstrata, a semiótica só nos permite mapear o campo das linguagens nos vários aspectos gerais que as constituem. Devido a essa generalidade, para uma análise afinada, a aplicação semiótica reclama pelo diálogo com teorias mais específicas dos processos de signos que estão sendo examinados. Assim, por exemplo, para se analisar semioticamente filmes, essa análise precisa entrar em diálogo com teorias específicas de cinema. (Santaella, 2002, p.6).

Como problema desta pesquisa, dar-se-á a seguinte indagação: *De que maneira a inserção da tecnologia em relação a construção dos sólidos de Platão sob o prisma da Teoria dos Registros de Representação Semiótica pode*

*contribuir na construção do conhecimento de alunos de uma turma de 2º ano do Ensino médio integral na cidade de Rio Branco?*

O objetivo geral desta pesquisa é investigar de que modo ocorre o processo de planificação de sólidos geométricos, em abordagens lúdicas e tecnológicas, com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola de tempo integral de Rio Branco (AC), utilizando a Teoria da Representação de Registros Semióticos. E os objetivos específicos são:

- Compreender conceitos iniciais a respeito da Semiótica, Sólidos Geométricos, Recursos Tecnológicos e a relação com o cotidiano, utilizando especialmente os Sólidos de Platão.
- Descrever o processo da planificação com materiais concretos e com o uso do software GeoGebra.
- Ilustrar figuras sólidas manualmente e tecnologicamente, identificando-as no cotidiano escolar e de várias formas em que essas poder ser encontradas e como podem ser utilizadas, visando aplicar teorias e propriedades destas figuras.

Serão analisados o alinhamento às orientações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), aos parâmetros curriculares e à proposta pedagógica da instituição.

Quanto à natureza da abordagem e ao objeto de investigação, a saber, a construção do conhecimento, envolvendo os sólidos de Platão sob o prisma da Teoria dos Registros de Representação Semiótica em atividades laboratoriais com uma turma do 2º ano do Ensino Médio, adotar-se-á uma metodologia de cunho qualitativo, do tipo estudo de caso com os alunos, visando à descrição minuciosa e fiel dos dados a serem apresentados, destacando-se como a inserção do uso dos registros de representações semióticas podem contribuir com a construção do conhecimento no tocante à Geometria Espacial.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão mapeia a produção acadêmica brasileira que articula a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e a semiótica peirceana ao ensino de Geometria Espacial, com ênfase em Sólidos de Platão e planificações, e ao uso de tecnologias digitais, especialmente o software GeoGebra, no Ensino Médio. O objetivo é identificar abordagens, evidências e lacunas que fundamentam o problema e as escolhas metodológicas desta dissertação.

### 2.1 Método da revisão

**Fonte de dados:** Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES<sup>1</sup>.

**Tipos:** Dissertações de mestrado profissional.

**Área:** Ensino e áreas afins no campo da Educação Matemática, quando aplicável.

**Recorte temporal:** Dez anos, de 2015 a 2025.

**Filtros:** Modalidade Mestrado Profissional e Área de Avaliação de Ensino.

**Escopo temático:** Geometria Espacial, Sólidos de Platão, poliedros regulares e planificações, articulados à TRRS e ao uso do GeoGebra no Ensino Médio.

A busca foi estruturada em cinco eixos: A) conteúdo matemático; B) fundamento teórico TRRS e semiótica; C) recursos e metodologias; D) contexto e nível de ensino; E) termos de controle para evitar resultados filosóficos sobre Platão. As consultas foram executadas em rodadas independentes, com variações morfológicas e sinônimos, e os resultados foram triados por título e resumo e período de publicação. Após a remoção de duplicatas, os registros considerados no *corpus* foram quantificados por combinação de descritores.

---

<sup>1</sup> <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses>

A TRRS, proposta por Raymond Duval, sustenta que aprender matemática envolve operar em múltiplos registros e realizar conversões entre representações figurais, simbólicas, algébricas e gráficas, operando ainda no tratamento entre elas.

No ensino de Geometria Espacial, a passagem entre bidimensionalidade e tridimensionalidade exige coordenações de registros que permitem interpretar e produzir planificações, reconhecer propriedades de poliedros e mobilizar invariantes, como a Relação de Euler, por exemplo, atribuindo sustentabilidade a propriedades que envolvem tanto os Sólidos de Platão quanto as regularidades entre os números de faces, arestas e vértices.

Em complemento, a semiótica peirceana, oferece um enquadramento para compreender a semiose, processo que ocorre quando o aluno interage com diagramas, modelos concretos e ambientes digitais, apoiando a análise dos processos interpretativos envolvidos na visualização espacial.

As tabelas Tabela 1 a Quanto às variantes e sinônimos: “Sólidos platônicos” teve 30 ocorrências, mostrando que a escolha relativamente altera sensivelmente a recuperação. “Corpos geométricos” aparece com 2 e “Relação de Euler” ou “Teorema de Euler” com 1, úteis para refinar recortes.

Tabela 6 sintetizam o desempenho das consultas e evidenciam onde a produção é mais concentrada.

Conteúdo + Nível (A+D): Nessa filtragem, observa-se elevada incidência de trabalhos quando a consulta envolve “Geometria Espacial” e “Ensino Médio”, resultando em 38 ocorrências consideradas no *corpus*, contrastando com um volume bem menor para “sólidos de Platão” e “Ensino Médio” com 2, e “poliedros regulares” e “Ensino Médio” com 1. Esse padrão sugere que a literatura profissional privilegia recortes amplos de Geometria Espacial no EM, enquanto estudos específicos sobre poliedros regulares e Sólidos de Platão aparecem em menor quantidade.

Tabela 1: Resumo da busca por dissertações profissionais com descritores Conteúdo + Nível (A+D)

Descritores

Considerados no *Corpus*

“sólidos de Platão” AND “Ensino Médio”	2
“poliedros regulares” AND “Ensino Médio”	1
“geometria espacial” AND “Ensino Médio”	38

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conteúdo + Recurso/Metodologia (A+C): Neste, há a presença consistente de abordagens ativas e recursos concretos. Destacam-se as combinações “geometria espacial” e “oficina de matemática” com 5 e “sólidos de Platão” com “dobradura” ou “origami” com 4. As consultas que explicitam “planificação” e “GeoGebra” retornam 2, indicando um nicho promissor para sequências que integram planificações digitais e materiais manipuláveis.

Tabela 2: Resumo da busca por dissertações profissionais com descritores Conteúdo + Recurso/Metodologia (A+C)

Descritores	Considerados no <i>Corpus</i>
“planificação” AND “GeoGebra”	2
“poliedros regulares” AND “materiais manipuláveis”	1
“geometria espacial” AND “oficina de matemática”	5
“sólidos de Platão” AND “dobradura” OR “origami”	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conteúdo + Base Teórica (A+B). No tocante à teoria, a conexão direta entre Sólidos de Platão e TRRS aparece pontual com 1 registro. “Geometria espacial” e “Duval” somam 3. A associação “poliedros regulares” e “TRRS” não retornou ocorrências, sinalizando lacuna específica para esse tema.

Tabela 3: Resumo da busca por dissertações profissionais com os descritores Conteúdo + Base Teórica (A+B)

Descritores	Considerados no <i>Corpus</i>
“sólidos de Platão” AND “Registros de Representação Semiótica”	1
“poliedros regulares” AND “TRRS”	0
“geometria espacial” AND “Duval”	3
“planificação” AND “representações semióticas”	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Base Teórica + Recurso (B+C). “Registros de Representação Semiótica” e “GeoGebra” concentram 11 ocorrências, o que confirma a difusão do GeoGebra em estudos com ênfase nos registros e nas conversões. Já “TRRS” e “geometria dinâmica” não retornaram resultados na forma exata buscada, e

“Duval” com “sequência didática” aparece com 1, o que aponta oportunidades de detalhamento metodológico.

Tabela 4: Resumo da busca por dissertações profissionais com os descritores Base Teórica + Recurso (B+C)

Descritores	Considerados no <i>Corpus</i>
“Registros de Representação Semiótica” AND “GeoGebra”	11
“TRRS” AND “geometria dinâmica”	0
“Duval” AND “sequência didática”	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Combos específicos (A+B+C). As combinações altamente restritivas entre “geometria espacial”, “Duval” e “GeoGebra 3D”, “planificação”, “poliedros regulares” e “Registros de Representação Semiótica” não retornaram registros na busca.

Tabela 5: Resumo da busca por dissertações profissionais com Combos específicos (A+B+C)

Descritores	Considerados no <i>Corpus</i>
“geometria espacial” AND “Duval” AND “GeoGebra 3D”	0
“planificação” AND “poliedros regulares” AND “Registros de Representação Semiótica”	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quanto às variantes e sinônimos: “Sólidos platônicos” teve 30 ocorrências, mostrando que a escolha relativamente altera sensivelmente a recuperação. “Corpos geométricos” aparece com 2 e “Relação de Euler” ou “Teorema de Euler” com 1, úteis para refinar recortes.

Tabela 6: Resumo da busca por dissertações profissionais com Variantes e sinônimos

Descritores	Considerados no <i>Corpus</i>
“sólidos platônicos” (sinônimo de sólidos de Platão)	30
“corpos geométricos” (termo usado em alguns trabalhos para sólidos do EM)	2
“Relação de Euler” OR “Teorema de Euler”	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados indicam que a produção profissional privilegia investigações mais amplas sobre Geometria Espacial, com forte presença de tecnologias e oficinas, mas ainda há espaço para estudos que enfoquem explicitamente poliedros regulares, planificações e conversões entre registros na perspectiva de Duval.

O Quadro 1 apresenta autores, instituições e programas que integram o *corpus*. Nota-se distribuição por diferentes regiões e programas profissionais do campo do Ensino de Ciências e Matemática, incluindo universidades federais, estaduais, institutos federais e programas em rede. Temporalmente, há concentração a partir de 2019, tendência que acompanha a expansão de programas profissionais e a consolidação do GeoGebra 3D no EM. Em termos de objetos, alguns estudos enfatizam prismas e pirâmides com livros dinâmicos em GeoGebra. Outros exploram Sólidos de Platão via dobraduras e recursos concretos, e há relatos que integram avaliação de aprendizagem, investigação e seqüências didáticas.

Quadro 1 – Pesquisas mapeadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

<b>Autor</b>	<b>IES</b>	<b>Programa de Pós-Graduação</b>	<b>Nível e Modalidade</b>	<b>Ano</b>
Caroline Borsoi	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática	Mestrado Profissional	2016
Adriano Bechara de Oliveira	Universidade do Estado do Pará (UEPA)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática	Mestrado Profissional	2019
Ana Maria Mota Oliveira Scalabrin	Universidade Estadual de Roraima (UERR)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Mestrado Profissional	2019
Diviane Maria Dias Rodrigues	Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática	Mestrado Profissional	2019
Ricardo Almeida dos Santos	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática	Mestrado Profissional	2021
Thaciane Jähning Schunk	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	Mestrado Profissional	2021
Givaldo da Silva Pereira	Universidade do Vale do Taquari (Univates)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas	Mestrado Profissional	2022
Giselle Alves de Freitas Gabriel	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Mestrado Profissional	2023
Jozeane Candido Moreira	Universidade de Passo Fundo (UPF)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM)	Mestrado Profissional	2023
Renato Gamba Torres	Universidade Regional de Blumenau (FURB)	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM)	Mestrado Profissional	2023
Roberto Alves Dutra	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG)	Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT)	Mestrado Profissional	2023
Sebastiana de Souza Borges	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)	Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)	Mestrado Profissional	2024

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A dissertação de Borsoi (2016), intitulada GeoGebra 3D no Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da Geometria Espacial, foi desenvolvida

no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objetivo central é explorar o potencial do GeoGebra 3D para a aprendizagem de conteúdos de Geometria Espacial no Ensino Médio. Produto educacional: não explicitado nas páginas consultadas. Fundamentação teórica: orientada pela integração entre recursos de geometria dinâmica e o currículo de geometria no EM. Metodologia: estudo aplicado em contexto escolar com uso de atividades no GeoGebra 3D. Resultados: indícios de que a visualização e a manipulação dinâmica favorecem a compreensão de relações espaciais (conforme sínteses presentes no dossiê de referência).

A dissertação de Oliveira (2019), Geometria espacial de posição: uma sequência didática utilizando o GeoGebra, foi realizada no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Objetivou propor e aplicar uma sequência didática mediada por GeoGebra para o estudo de geometria de posição no EM. Produto educacional: sequência didática estruturada. Fundamentação teórica: ensino de geometria espacial e uso pedagógico de software de geometria dinâmica. Metodologia: pesquisa aplicada com elaboração e implementação de atividades no GeoGebra. Resultados: melhora na visualização de situações de posição e no engajamento dos estudantes relatadas no resumo.

A dissertação de Scalabrin (2019), Geometria espacial com o software GeoGebra 3D: análise dos processos de ensinar e de aprender no Ensino Médio, integrou o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Roraima (UERR). Buscou analisar processos de ensino e aprendizagem em Geometria Espacial com GeoGebra 3D. Produto educacional: não detalhado nas páginas acessadas. Fundamentação teórica: ensino de geometria e tecnologias digitais. Metodologia: estudo qualitativo com atividades mediadas por geometria dinâmica. Resultados: apontam a mediação tecnológica como suporte à construção de conceitos (segundo a apresentação e o título).

A dissertação de Rodrigues (2019), Reflexão de uma prática interdisciplinar e contextualizada para o ensino de Geometria de Posição e Sólidos de Platão, foi defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de

Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Objetivou analisar o ensino de geometria de posição e de poliedros regulares com materiais didáticos diversificados e tecnologias, em perspectiva sociointeracionista (Vygotsky). Produto educacional: unidade didática completa (“Da Geometria de Posição aos Sólidos de Platão”). Metodologia: qualitativa, interpretativa, com intervenção via grupos focais e aplicações sucessivas da unidade. Resultados: mediações produtivas entre pares e com o docente; maior interesse e participação; evidências de intervenção nas ZDP dos estudantes.

A dissertação de Santos (2021), Ensino de pirâmides no Ensino Médio: uma sequência didática apoiada na teoria de registro de representação semiótica, pertence ao Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da UTFPR (*campus* Londrina). Teve como objetivo organizar e aplicar uma sequência didática sobre pirâmides, apoiada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval. Produto educacional: sequência didática com tarefas orientadas por conversões e tratamentos entre registros. Metodologia: engenharia didática com análises *a priori* e *a posteriori*; intervenção em turma do EM. Resultados: ganhos em mobilização de registros (algébrico, figural/geométrico e verbal), melhoria na argumentação e resolução de problemas com apoio de representações.

A dissertação de Schunk (2021), Produção de significados para poliedros de Platão e relação de Euler numa abordagem utilizando a história da matemática no ensino fundamental, foi realizada no Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática do IFES. Objetivou promover a produção de significados para poliedros regulares e a Relação de Euler no EF por meio da história da matemática. Produto educacional: sequência/recursos didáticos historicamente orientados. Fundamentação teórica: história da matemática para ensino; conceitos de significação em geometria. Metodologia: atividades sequenciadas e análise de produções de estudantes. Resultados: indícios de que a abordagem histórica favorece a compreensão conceitual e a argumentação dos alunos.

A dissertação de Pereira (2022), Modelo TPACK na formação de professores: possibilidade para fomentar o uso das tecnologias digitais no ensino

de geometria nos anos iniciais, integra o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Univates. Objetivou formar professores para o uso de tecnologias digitais no ensino de geometria dos anos iniciais, a partir do modelo TPACK. Produto educacional: proposta/curso formativo com atividades orientadas por TPACK. Fundamentação teórica: TPACK e integração pedagógica de TDICs no ensino de matemática. Metodologia: pesquisa aplicada em contexto de formação docente. Resultados: ampliação do repertório tecnológico-pedagógico e de estratégias para trabalhar geometria com TDICs (de acordo com o problema e propósito descritos).

A dissertação de Dutra (2023), *Uso do software GeoGebra como alternativa para o ensino de geometria espacial no curso técnico em Zootecnia*, do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) – IF Sudeste MG (campus Rio Pomba). Objetivou investigar o GeoGebra como alternativa pedagógica para conteúdo de geometria espacial em curso técnico. Produto educacional: sequência/atividades com GeoGebra. Fundamentação teórica: ensino de geometria espacial e tecnologia educacional. Metodologia: estudo exploratório-descritivo com foco qualitativo e ênfase no GeoGebra. Resultados: melhoria de visualização e compreensão de sólidos, com percepção positiva do recurso pelos estudantes.

A dissertação de Gabriel (2023), *Aprendizagem significativa da geometria espacial: análise de uma sequência didática para o Ensino Médio*, no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFU (PPGECM). Objetivo: analisar uma sequência didática voltada à aprendizagem significativa de conhecimentos de Geometria Espacial no EM. Produto educacional: sequência didática. Fundamentação teórica: aprendizagem significativa em matemática e ensino de geometria. Metodologia: estudo aplicado com análise da sequência. Resultados: evidências de aprendizagem significativa a partir das tarefas propostas (conforme escopo e identificação do trabalho).

A dissertação de Torres (2023), *Livro dinâmico de geometria espacial na plataforma GeoGebra para o ensino de prismas e pirâmides*, do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (FURB). Objetivou desenvolver um “livro dinâmico” em GeoGebra para o estudo de prismas e

pirâmides. Produto educacional: livro dinâmico interativo publicado na plataforma GeoGebra. Fundamentação teórica: ensino de geometria espacial mediado por tecnologias e princípios interativos. Metodologia: desenvolvimento de recurso e validação didática. Resultados: material considerado adequado pelos usuários e alinhado às práticas de exploração e visualização.

A dissertação de Moreira (2023), potencializando o ensino de geometria com o uso do origami modular e o software Poly Pro na construção dos sólidos de Platão [recurso eletrônico], do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (UPF). Objetivou articular origami modular e Poly Pro na construção de sólidos de Platão. Produto educacional: paradidático digital com tarefas baseadas em História da Matemática, acompanhado de Performance Matemática Digital (PMD). Fundamentação teórica: ensino de geometria com recursos táteis-digitais e elementos histórico-culturais. Metodologia: intervenção em contexto escolar durante a pandemia (registros de campo e análise das produções). Resultados: o conjunto paradidático-PMD favoreceu participação e construção de conceitos.

A dissertação de Borges (2024), um estudo dos poliedros regulares de Platão com o uso da realidade aumentada, integra o PROFMAT (UESB). Teve por objetivo empregar Realidade Aumentada no estudo de poliedros regulares. Produto educacional: aplicativo/ambiente em RA para exploração de sólidos platônicos. Fundamentação teórica: ensino de geometria e tecnologias imersivas/assistivas. Metodologia: desenvolvimento de recurso, atividades de exploração e questionário para avaliar percepção e aprendizagem. Resultados: aceitação do recurso pelos alunos e contribuições para compreensão de propriedades dos poliedros.

O *corpus* da pesquisa revela uma produção recente e distribuída regionalmente que consolida a Geometria Espacial no Ensino Médio como eixo privilegiado de investigação, com ênfase em sequências didáticas, materiais manipuláveis e ambientes digitais, especialmente o GeoGebra e o GeoGebra 3D; ao lado disso, emergem propostas que articulam Sólidos de Platão por meio de dobraduras, recursos concretos, livros dinâmicos, origami com apoio de softwares e experiências com realidade aumentada, além de iniciativas de formação docente ancoradas no TPACK.

Os trabalhos convergem no relato de ganhos de visualização, engajamento discente e qualificação da mediação pedagógica, ancorando produtos educacionais aplicados e validados em contextos reais. Ao mesmo tempo, permanecem lacunas quanto à explicitação sistemática das conversões e tratamentos entre registros prevista pela TRRS em tarefas que envolvem planificações e modelagens 2D–3D, bem como quanto a critérios de avaliação dessas conversões no processo de ensino e aprendizagem.

Desse modo, os achados sustentam as escolhas deste estudo e justificam o foco na integração entre recursos concretos e tecnologia dinâmica para operacionalizar, com maior granularidade analítica, as coordenações de registros em atividades com Sólidos de Platão no Ensino Médio.

## 2.2 Temáticas recorrentes e recursos didáticos

A literatura aponta três frentes recorrentes. Primeiro, o uso de materiais manipuláveis e dobraduras para construção de poliedros regulares e para verificar propriedades como a Relação de Euler, apoiando visualização e argumentação geométrica. Segundo, a incorporação do GeoGebra e, em menor grau, do GeoGebra 3D para modelagem e exploração dinâmica de sólidos, com potencial para transitar entre registros figural, gráfico e simbólico. Terceiro, o desenho de sequências didáticas e oficinas com foco em investigação e resolução de problemas, no EM, em geral com abordagem qualitativa, o que se aproxima com o desenho metodológico desta dissertação.

### 2.2.1 Lacunas e oportunidades

A baixa incidência de estudos que associam explicitamente poliedros regulares, planificações e TRRS sugere uma lacuna de pesquisas que descrevam e analisem, com minuciosidade, os processos de conversão entre registros na passagem 2D–3D.

Também se observa número reduzido de trabalhos que detalham critérios de avaliação das conversões e tratamentos no interior das atividades, bem como protocolos que combinam planificações digitais, modelos físicos e linguagem

algébrica em tarefas coordenadas. Tais ausências justificam a proposta desta dissertação, que coloca as planificações de Sólidos de Platão como eixo para operacionalizar as conversões previstas pela TRRS em ambiente apoiado por GeoGebra e materiais concretos.

### 2.2.2 Implicações para o desenho da intervenção

Os achados orientam três decisões.

Primeiro, planejar tarefas que exijam explicitamente conversões entre registros figural, gráfico e algébrico, com indicadores observáveis de sucesso e de dificuldade, coerentes com TRRS.

Segundo, integrar GeoGebra e modelos concretos na mesma sequência, articulando planificações digitais à construção física, de modo a favorecer a coordenação 2D–3D e a verificação da Relação de Euler.

Terceiro, alinhar objetivos e avaliações ao Ensino Médio e à BNCC, priorizando visualização espacial, argumentação e comunicação matemática, além de registrar evidências de aprendizagem por instrumentos variados como produções dos estudantes, protocolos de resolução e registros em ambiente digital.

### 2.2.3 Limitações

A revisão depende da indexação e dos metadados do Catálogo CAPES, que podem variar entre programas, e do uso de descritores. A opção por consultas em português com sinônimos e variações morfológicas atenua o risco de omissões, mas não elimina a possibilidade de sub-representação de estudos que usam terminologias distintas. As contagens refletem o *corpus* após triagem por título e resumo e não substituem meta-análises de texto integral.

### 2.3 Considerações finais

O mapeamento confirma a pertinência de investigar Sólidos de Platão e planificações no Ensino Médio com base na TRRS, apoiando-se em GeoGebra (software dinâmico) e materiais concretos. Dessa forma, as lacunas identificadas reforçam a relevância de uma proposta pedagógica que torne observáveis as conversões e tratamentos entre registros e que descreva criteriosamente os efeitos dessas conversões na aprendizagem, contribuindo para a literatura profissional sobre Geometria Espacial.

### 3. TECNOLOGIA: AVANÇO SIGNIFICATIVO NA DOCÊNCIA

Atualmente, a tecnologia está presente em múltiplas áreas e em todos os meios da sociedade e da cultura. Seu crescimento pode ser observado de diversas formas, desde o advento da escrita até a criação de automóveis inteligentes, com protótipos capazes de se deslocar sem a necessidade de motoristas. Empresas como a Land Rover desenvolvem veículos que aprendem as rotinas do condutor, e a Tesla figura entre as pioneiras no investimento em motores elétricos, contribuindo para a difusão de carros menos poluentes. Segundo Moran (2013, p. 12), “tudo o que for previsível será cada vez mais realizado por aplicativos, programas, robôs”.

Essa evolução tecnológica tem raízes na Revolução Industrial, que propiciou avanços significativos, mas também trouxe desafios aos trabalhadores, que precisaram lutar por direitos e melhores condições. A tecnologia, entretanto, acompanha a humanidade desde tempos remotos, ainda que em formas distintas. Exemplo disso é a invenção da roda, ocorrida há mais de três mil anos, bem como a criação da pólvora, dos fogos de artifício, da fotografia, do telefone e da eletricidade.

Um dos grandes marcos na trajetória da tecnologia na educação foi a invenção da escrita. Embora possa parecer trivial à primeira vista e aparentemente nada tecnológico, ela representou um salto evolutivo ao ampliar as possibilidades de comunicação, a propagação do saber e o compartilhamento de conhecimentos.

O conceito de aprender está ligado diretamente a um sujeito (que é o aprendiz) que, por suas ações, envolvendo ele próprio, os outros colegas e o professor, busca e adquire informações, dá significado ao conhecimento, produz reflexões e conhecimentos próprios, pesquisa, diálogo, debate, desenvolve competências pessoais e profissionais, atitudes éticas, políticas, muda comportamentos, transfere aprendizagens, integra conceitos teóricos com realidades práticas, relaciona e contextualiza experiências, dá sentido às diferentes práticas da vida cotidiana, desenvolve sua criatividade, a capacidade de considerar e olhar para os fatos e fenômenos de diversos ângulos, compara posições e teorias, resolve problemas. (Moran, 2013, p.142).

Nesse contexto, pode-se compreender que tecnologia e inovação se desenvolvem progressivamente, à medida que artefatos e processos são criados e aperfeiçoados. Não se trata de descobertas restritas às últimas décadas, mas

de um percurso histórico cujos marcos foram cruciais para chegarmos ao cenário atual, em constante expansão e presente em diferentes esferas sociais, inclusive na educação, que passa a orientar a formação para diversas áreas da vida humana e a oferecer um leque ampliado de oportunidades.

Para a educação, esse avanço tecnológico tem sido de suma importância, constituindo recurso fundamental para o processo de ensino-aprendizagem quando utilizado de modo adequado e em momentos oportunos. Hoje, a tecnologia é vista como indispensável não apenas em empresas, mas também em escolas, faculdades e demais contextos formativos. Como assinala Borba (2014, p. 31), “a internet passou a ser utilizada como fonte de informações, como meio de comunicação entre professores e estudantes e como suporte para a realização de atividades acadêmicas.

Entre os avanços mais significativos para o contexto educacional está a criação da internet, que, quando empregada de forma crítica e eficaz, favorece o alcance de objetivos e metas pedagógicas. Recursos como aulas com transmissão de vídeos, apresentações de slides e uso de imagens e de atividades interativas contribuem para superar o tradicionalismo, elevar o engajamento discente e promover uma aprendizagem mais dinâmica e produtiva. Além disso, sustentam o desenvolvimento profissional docente, uma vez que cada inovação demanda processos contínuos de atualização e formação.

Trata-se da introdução da informática e da telemática na educação sob diversos ângulos: é a tecnologia atual, que não pode estar ausente da escola; são os grandes projetos de informatização dos sistemas escolares por meio da colocação de computadores nas escolas; é a ideia muitas vezes aparecendo na mídia, em forma de marketing de algumas instituições, de que com laboratórios instalados nas escolas teremos automaticamente cursos melhores e resolvidos nossos centenários problemas educacionais. (Moran, p.7, 2013).

Tratando-se da educação, a incorporação de tecnologias não é recente: elas vêm sendo utilizadas no ensino presencial e a distância, o que foi de suma importância no período atípico vivido mundialmente durante a pandemia, quando o ensino teve continuidade graças ao uso de tecnologias e de ferramentas que permitiram a manutenção das atividades educacionais e de outras áreas. Como afirma Borba (2014, p. 17), “as dimensões da inovação tecnológica permitem a

exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação e, em especial, para o ensino e a aprendizagem de Matemática”.

No Brasil, o avanço tecnológico ocorreu de forma gradual, com marcos relevantes, como o desenvolvimento do rádio (com a participação de Landell de Moura), do avião (com a participação de Santos Dumont) e, de modo muito significativo, a chegada da internet em 1988, viabilizada por parcerias entre instituições acadêmicas (universidades) e centros de pesquisa (laboratórios científicos). Em 1985, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia, o que impulsionou a adoção de tecnologias digitais em diversas áreas, entre elas a educação, a comunicação e a informação.

Diversos softwares educacionais foram então produzidos por empresas, governos e pesquisadores. Professores passaram a encontrar, em cursos de formação continuada, suporte e alternativas para que TI fossem utilizadas em sala de aulas. Contudo, foi necessário que os professores de movessem de suas zonas de conforto em direção a zonas de risco, ou que os professores encontrassem conforto em estar sempre ousando na zona de risco (Borba, p.23, 2014)

Por volta de 1990, a internet foi aberta ao público, transformando o cenário da comunicação e do acesso à informação, a propagação do conhecimento e a expansão de plataformas de ensino on-line e híbridas. Esse movimento fomentou a necessidade de formação e capacitação de profissionais qualificados em tecnologia, bem como de docentes e de equipes multidisciplinares das escolas.

No contexto educacional, o advento das tecnologias digitais trouxe a criação de um espaço de ensino e aprendizagem interativos, promovendo uma ruptura do tradicionalismo. Para Moran (2013, p. 13), “uma educação inovadora se apoia em um conjunto de propostas com alguns grandes eixos que lhes servem de guia e de base: o conhecimento integrador e inovador”, conforme ilustra a Figura 1.

Existem diversas plataformas de aprendizagem on-line, bem como softwares e recursos multimídia que se tornaram ferramentas fundamentais para o ensino, auxiliando o professor e promovendo maior engajamento no compartilhamento de conhecimento entre docentes e discentes, além de

contribuírem para a educação inclusiva, ao disponibilizar recursos e mecanismos de acessibilidade.

Figura 1 - Sala de recursos tecnológicos



Fonte: Freitas, Almeida, Mól e Siqueira (2024, p.5).

No campo da educação, as tecnologias têm evoluído significativamente nos meios de transmissão do conhecimento. Além da internet, rádio e TV digital, surgiram lousas digitais, recursos de inteligência artificial e ambientes de realidade virtual e aumentada, que vêm sendo adaptados ao ritmo de cada estudante, às especificidades regionais e às diferentes necessidades.

Cabe ressaltar, entretanto, a dimensão regional: embora o avanço tecnológico esteja em expansão, ele ainda não alcança todo o território. Persistem localidades de difícil acesso e desafios mais complexos à inovação e à inserção desses recursos.

A utilização de tecnologias móveis como laptops, telefones celulares ou tablets tem se popularizado consideravelmente nos últimos anos em todos os setores da sociedade. Muitos de nossos estudantes, por exemplo, utilizam a internet em sala de aula a partir de seus telefones para acessar plataformas como o Google. Eles também utilizam câmeras fotográficas ou de vídeos para registrar momentos das aulas. Os usos dessas tecnologias já moldam a sala de aula, criando novas dinâmicas, e transformam a inteligência coletiva, as relações de poder (de Matemática) e as normas a serem seguidas nessa mesma sala de aula (Borba, p. 77, 2014).

Com o uso de tecnologias e da informatização na educação, ampliaram-se o letramento digital (incluído no tocante à Cultura Digital como Competência Geral nº 5 na BNCC) e o desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos. Tornou-se possível debater temas diversos em múltiplas áreas, favorecendo a interdisciplinaridade e criando um amplo leque de interações entre as mais variadas disciplinas e seus respectivos conteúdos.

Nos anos 1980 o uso de calculadoras simples e científicas e de computadores já era discutido em educação matemática. Durante essa fase, expressões como “tecnologias informáticas” (TI) ou tecnologias computacionais começaram a ser utilizadas pelas pessoas para se referirem ao computador ou software (Borba, p. 18, 2014).

Pode-se afirmar que, na educação, as tecnologias mais utilizadas incluem ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), lousas digitais, recursos de realidade aumentada e virtual, softwares com jogos educativos, plataformas com conteúdos diversificados e personalizados, calculadoras digitais, aplicativos revisores de texto, ferramentas de pesquisa, aplicativos de matemática dinâmica e extensões de navegador, entre outros. Todos contribuem de forma significativa para o avanço e alcance na construção do conhecimento, em especial, a Geometria nas suas mais variadas expressões e formas de representações e dimensões.

Um caso típico dessa diversidade pode ser pensado a partir dos chamados Ambientes Virtuais de Aprendizagens (AVA). A maior parte desses softwares permite estruturar uma série de tipos de interação por meio de diferentes ferramentas e conceitos, tendo por base a ideia de conexão em rede – principalmente a internet – entre estudantes e professores/tutores. (Almouloud, 2018, p.50).

Conforme Borba (2014, p. 91), “os softwares gratuitos disponíveis e os sites de armazenamento de vídeos, entre outros recursos, facilitam o processo, pois permitem que qualquer pessoa compartilhe material, sendo um facilitador para o professor em sala de aula, contribuindo de forma significativa com a expansão do conhecimento”, além de constituir um acervo de materiais didáticos disponíveis para a classe docente, colaborando com a praticidade e inovação dentro da sala de aula.

Borba (2014) apresenta ainda uma cronologia do avanço tecnológico em quatro fases conforme quadro 2.

Quadro 2 - As fases tecnológicas segundo Borba (2014).

	TECNOLOGIA	NATUREZA OU BASE TECNOLÓGICA DAS ATIVIDADES	PERSPECTIVAS OU NOÇÕES TEÓRICAS	TERMINOLOGIA
Primeira fase (1985)	Computadores; calculadoras simples e científicas.	LOGO Programação	Construcionismos; Micromundo.	Tecnologias Informáticas (TI)
Segunda fase (início dos anos 1990)	Computadores (popularização); calculadoras gráficas.	Geometria Dinâmica (Cabri Gêometre; Geometriks); múltiplas representações de funções ( Winplot, Fun. Mathematica); CAS (Maple); jogos.	Experimentação, visualização e demonstração; zona de riscos, conectividade; ciclo de aprendizagem construcionista; seres-humanos-com-mídia.	TI; Software educacional; tecnologia educativa.
Terceira fase (1999)	Computadores, laptops e Internet.	Teleduc; e-mail; chat; fórum; Google.	Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem.	Tecnologias da Informação e comunicação (TIC).
Quarta fase (2004)	Computadores; laptops; tablets; telefones; celulares; internet rápida.	GeoGebra; objetos virtuais de aprendizagem; Applets; Vídeos; Youtube; Wolfram Alpha; Wikipédia; Facebook; ICZ; Second Life; Moodle.	Multimodalidade; Telepresença; Interatividade; Internet em sala de aula; Produção e compartilhamento online de vídeos; performance matemática digital.	Tecnologias digitais (TD); tecnologias móveis ou portáteis.
Quinta fase (2020)	Computadores; laptops; tablets; telefones;	Canva, Google Meet, Youtube, Whatsapp,	Protagonismo e Autonomia do Aluno (Produção de Vídeos),	Vídeos, Lives e Pandemia (Ensino Remoto).

	celulares; internet rápida, Câmera, Smartphones, Vídeo-papel.	Instagram, TikTok, Padleet, Kahoot, GeoGebra.	Multimodalidade e Riqueza Semiótica, Flexibilidade e Acesso Assíncrono, Fortalecimento do Coletivo "Seres- Humanos-com- Mídias".	
--	---	--	---	--

Fonte: Elaboração própria (2025).

### 3.1 GeoGebra como ferramenta tecnológica

Na contemporaneidade, inúmeros softwares educativos vêm sendo utilizados como meios e métodos relevantes para enfrentar dificuldades de aprendizagem, qualificar a prática pedagógica e promover a inserção de ferramentas tecnológicas no ensino. Esses recursos favorecem a inovação metodológica por parte dos professores no ensino de Matemática, em especial, e em diversas áreas do conhecimento.

Segundo Mercado (2002, p. 13), “com as Novas Tecnologias da Informação abrem-se novas possibilidades à educação exigindo uma nova postura do educador”, o que reforça a centralidade da práxis e a necessidade de planejamento atento, com a incorporação de meios tecnológicos, ainda que de forma inicial e pouco estruturada.

Tais aplicativos e softwares, quando utilizados de modo eficaz e com bom planejamento, têm por finalidade possibilitar o trabalho com diferentes teorias, como Geometria Plana, Geometria Espacial e Geometria Analítica, por exemplo, com maior dinamicidade e interatividade, aperfeiçoando a aplicação de conceitos, precisões e definições. Entre esses recursos, destaca-se o GeoGebra, um dos mais utilizados por equipes escolares no Ensino da Matemática.

Laurel afirma que a experiência da interatividade é um fenômeno que funciona como um gatilho. É preciso ultrapassar certo ponto para então sentir a interatividade em sua plenitude. Deriva-se daí a necessidade de envolver o usuário, assim como bons autores, atores e diretores conseguem envolver as pessoas em suas narrativas. (Tori, 2010, p.90)

O GeoGebra é um software educativo de acesso público, disponível on-line e para download em celulares, computadores e tablets. No contexto da Educação Matemática, o GeoGebra constitui um ambiente de matemática dinâmica, gratuito e multiplataforma, que integra construções geométricas, representações algébricas, planilhas e gráficos em uma única interface. Seu uso favorece a exploração, a visualização e a validação de conjecturas, ampliando a investigação em sala de aula e a articulação entre diferentes registros de representação (Gravina, 2011; Feitosa, 2020). Com a inserção de aplicativos educacionais e recursos tecnológicos, ele se torna um mecanismo importante para enfrentar dificuldades recorrentes no ensino de Matemática, aproximando os conteúdos das experiências do cotidiano dos alunos.

Com a inserção de aplicativos educacionais, tecnologias e informática nas aulas, cria-se um importante mecanismo para enfrentar diversas dificuldades observadas na educação matemática. Entre elas, destacam-se as dificuldades de aprendizagem relativas aos conteúdos: muitos estudantes não conseguem relacionar a Matemática às experiências do cotidiano e, por isso, frequentemente não reconhecem a importância de aprender determinados tópicos, como a Geometria, presente em diversos momentos da vida do aluno, nos ambientes em que vive, nos objetos, na escola e em seus lares.

As atividades educacionais desenvolvidas em um mesmo espaço físico facilitam a interação entre aluno e professor, e entre os próprios alunos, além de propiciar ao professor a obtenção instantânea e contínua de *feedback* visual, auditivo e emocional. (Tori, 2010, p.28)

Além do mais, outro fator a ser identificado é a dificuldade de uma parcela significativa dos professores em inovar suas práticas pedagógicas, as suas intervenções pedagógicas com o uso da tecnologia, inserindo a utilização de softwares que podem enriquecer e fomentar o processo de ensino e aprendizagem, aperfeiçoando as suas metodologias, trazendo praticidade, interação entre professor/aluno e aluno/aluno nas aulas e saindo do tradicionalismo para um ensino mais moderno e contemporâneo e que alcance mais êxitos no aprendizado. Para (Tori, 2010, p. 84) a “interação é uma atividade ou trabalho compartilhado, em que existem trocas e influências recíprocas”.

Com a inserção da informática nas aulas (tanto presencial quanto virtual), o educando torna-se capaz de desenvolver interpretações, visualizações e experimentações de inúmeras situações reais, transitando do concreto para o abstrato. As aulas tornam-se mais atraentes, dinâmicas e compreensíveis, com melhor desenvolvimento, e os softwares educativos contribuem para um ambiente mais interativo, embora desafios necessitam serem superados, como quanto a estrutura física e até mesmo disposição em aprender coisas novas para serem ensinadas.

Segundo Tori (2010, p. 109), “como qualquer outra tecnologia educacional, objetos de aprendizagem devem formar uma sólida parceria com a teoria do design instrucional se desejarem ter sucesso em facilitar a aprendizagem”. Nesse contexto, inserir diversos recursos tecnológicos e até mesmo lúdicos no contexto escolar, resultam em um conjunto integrador nesse processo de aprendizagem, fortalecendo as metodologias utilizadas, resultados esperados e a crescente manifestação de interação e construção de novos conceitos e fortalecimentos dos já internalizados.

É importante destacar, no tocante ao papel do professor de Matemática, a necessidade de análise e planejamento adequados para a seleção de aplicativos e softwares que possam ser utilizados em sua prática de ensino e que contemplem as habilidades propostas nos parâmetros curriculares, não bastando apenas incluí-los em suas aulas, mas, trazer sentido visando resultados significativos em cada ação provocada pelo uso das tecnologias e suas ramificações.

Ao professor cabe o papel de estar engajado no processo, consciente não só das reais capacidades da tecnologia, do seu potencial e de suas limitações para que possa selecionar qual é a melhor utilização a ser explorada do processo ensino-aprendizagem, por meio de uma renovação da prática pedagógica do professor e da transformação do aluno em sujeito ativo na construção de seu conhecimento, levando-os, através da apropriação desta nova linguagem a inserirem-se na contemporaneidade (Mercado, 2002, p.18)

Portanto, o programa escolhido como objeto de aprendizagem deve ser apropriado e contemplar objetivos claramente definidos, favorecendo a mediação do conhecimento de forma clara e progressiva e auxiliando o professor no alcance de suas metas didáticas. Tori (2010, p. 112) conceitua objeto de

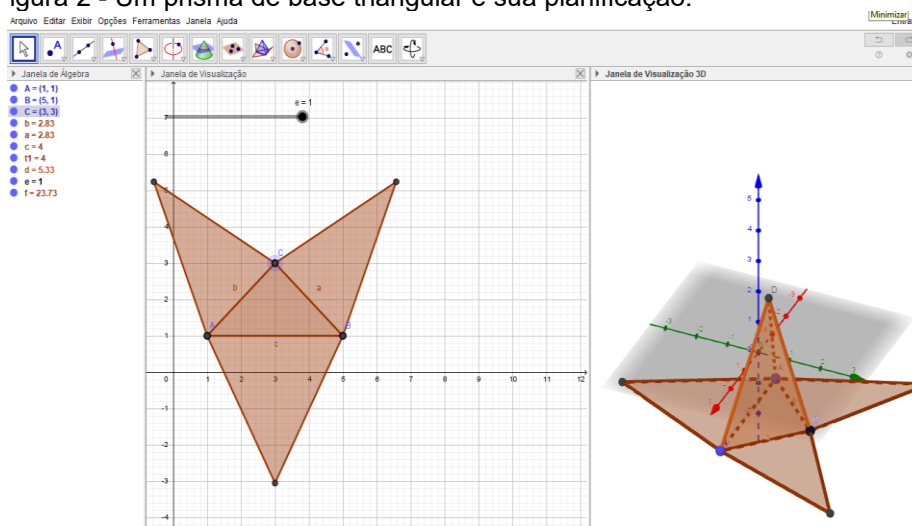
aprendizagem como “qualquer entidade, digital ou não, que possa ser referenciada e reutilizada em atividades de aprendizagem”, contribuindo com o processo cognitivo.

Quando o professor utiliza o software GeoGebra, aplicativo dinâmico, como metodologia de ensino de Matemática, sua finalidade é empregá-lo como recurso inovador e estimulante para o estudo de conteúdos de Geometria, entre outros temas específicos.

As mudanças que as tecnologias favorecem na postura do professor em aula são: ajuda os alunos a estabelecerem um elo de ligação entre os conhecimentos acadêmicos com os adquiridos e vivenciados, ocorrendo uma troca de ideia e experiências, em que o professor, em muitos casos, se coloca na posição de aluno, aprendendo com a experiência deste (Tori, 2002, p.22).

Quanto ao acesso, o programa é livre e de fácil manuseio, podendo ser trabalhado de forma online ou mesmo realizar a baixa do aplicativo em celulares ou computadores e até mesmo tablets. O GeoGebra possui inúmeras funcionalidades que permitem ao estudante aplicar conceitos geométricos em diferentes dimensões, como no ambiente 3D, possibilitando o desenvolvimento de atividades de modo mais atraente e eficaz, inclusive em propostas lúdicas e divertidas, com aprendizagem rica e significativa.

Figura 2 - Um prisma de base triangular e sua planificação.



Fonte: Adaptado de Batista e Paulo (2021, p. 170).

Como se observa na Figura 2 (Batista; Paulo, 2021, p. 170), trata-se da representação, no plano e no espaço, de um prisma de base triangular, cuja planificação ocorre de forma virtual. Com o uso direto do aplicativo on-line, é possível realizar diversos manuseios da figura, como rotacioná-la, girá-la para diferentes lados e abrir e fechar a sua planificação com a opção animação disponível após a figura estar planificada. Assim, o processo torna-se altamente interativo, o que traz atenção e curiosidade por parte dos alunos.

Atualmente, em decorrência do advento e do avanço tecnológico, nota-se a ampla inserção da informática na vida cotidiana, em inúmeras aplicações e ações. Na educação e no processo de ensino não é diferente. Pelo contrário, observa-se, a cada dia, a crescente necessidade de incorporar tecnologia à sala de aula como recurso e meio didático, a fim de alcançar um conhecimento mais amplo e diversificado.

O uso da informática pode contribuir para auxiliar os professores na sua tarefa de transmitir o conhecimento e adquirir uma nova maneira de ensinar cada vez mais criativa, dinâmica, auxiliando novas descobertas, investigações e levando sempre em conta o diálogo. E, para o aluno, pode contribuir para motivar a sua aprendizagem e aprender, passando assim, a ser mais um instrumento de apoio no processo de ensino-aprendizagem, abrindo possibilidades de novas relações entre os alunos, que estão inseridos numa sociedade diferente da dos pais (Mercado, 2002, p. 131).

Vale ressaltar que a inclusão de tecnologia nas aulas não se restringe ao uso de computadores; ela se relaciona a múltiplos contextos: em casa, no trabalho, nas atividades de lazer, nas práticas educacionais, nos centros culturais e nas diversas possibilidades de inovar na construção de novos conhecimentos, entre outros.

Computadores, smartphones, datashow, calculadoras, tablets e notebooks, por exemplo, são ferramentas que podem proporcionar diversos benefícios em ambientes educacionais e em outros espaços sociais. Além deles, materiais recicláveis também podem ser empregados na construção de sólidos geométricos, permitindo a aplicação de conceitos e propriedades relacionados a essas figuras, como, por exemplo, a planificação e a análise de arestas, faces e vértices.

Obviamente não basta que se tenha padronização de materiais para se obter bons resultados de aprendizagem. Métodos pedagógicos adequados, atividades que privilegiam a sociabilidade, a construção do conhecimento e o atendimento pessoal ao aluno, entre os requisitos, são tão importantes quanto o conteúdo (Tori, 2010, p. 111).

No Brasil, há uma parcela significativa de escolas públicas que dispõem de espaços informatizados ou laboratórios de informática destinados ao desenvolvimento de aulas práticas para aprimorar a aprendizagem dos alunos. Contudo, apesar desses avanços, permanece outra parcela de escolas que não contam com tais recursos, situadas em áreas de difícil acesso, com estruturas precárias e poucos projetos desenvolvidos.

Além disso, há uma parcela de professores que continuam a ministrar aulas excessivamente tradicionais, baseadas quase que exclusivamente através do livro didático (embora eles também contribuam com o ensino), com o uso do giz e do quadro ou lousa, muitas vezes sem incorporar a informática ou a tecnologia à metodologia desenvolvida em seus planejamentos. Assim, para que surjam novas possibilidades de ensino, é necessário reformular práticas arraigadas e promover melhorias pedagógicas, não se restringindo à espera por mudanças apenas na infraestrutura, mas, no tocante às metodologias, as projeções e a inclusão de novas formas de expansão do conhecimento.

As tentativas para incluir o estudo das novas tecnologias nos currículos dos cursos de formação de professores esbarram nas dificuldades com o investimento exigido para a aquisição de equipamentos, e na falta de professores capazes de superar preconceitos e práticas que rejeitam a tecnologia mantendo uma formação em que predomina a reprodução de modelos substituíveis por outros mais adequados à problemática educacional (Mercado, 2002, p. 16)

Para alcançar êxito na utilização de tecnologia em aulas práticas, é necessária a disposição para aprender, formar novos conceitos e promover adaptações por parte do professor. A não inserção de recursos tecnológicos nas aulas, sempre que possível, tende a reduzir o engajamento dos estudantes, sobretudo em Geometria, área em que tais recursos enriquecem a observação clara e objetiva do desenvolvimento da disciplina e de suas aplicações, permitindo identificar características, propriedades das figuras e suas múltiplas formas de representação.

Quanto à informática, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), recomenda-se explicitar o papel das tecnologias no currículo:

As competências e habilidades a serem desenvolvidas em informática são: Representação e Comunicação, reconhecendo a informática como ferramenta para novas estratégias de aprendizagem, capaz de contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento nas diversas áreas: Investigação e Compreensão, compreendendo as funções básicas dos principais produtos da automação da micro-informática e identificar os principais modelos, e Contextualização Sócio-Cultural, conhecer a internet, que teria a finalidade de incentivar a pesquisa e a investigação graças às formas digitais e possibilitar o conhecimento de outras realidades, experiências e cultura dos locais ou corporativas, compreender conceitos computacionais, que facilitem a incorporação de ferramentas específicas nas atividades profissionais e reconhecer o papel da informática na organização da vida sociocultural e na compreensão da realidade, relacionando o manuseio do computador a casos reais, seja no mundo do trabalho ou na vida privada. (Mercado, 2002, p.132)

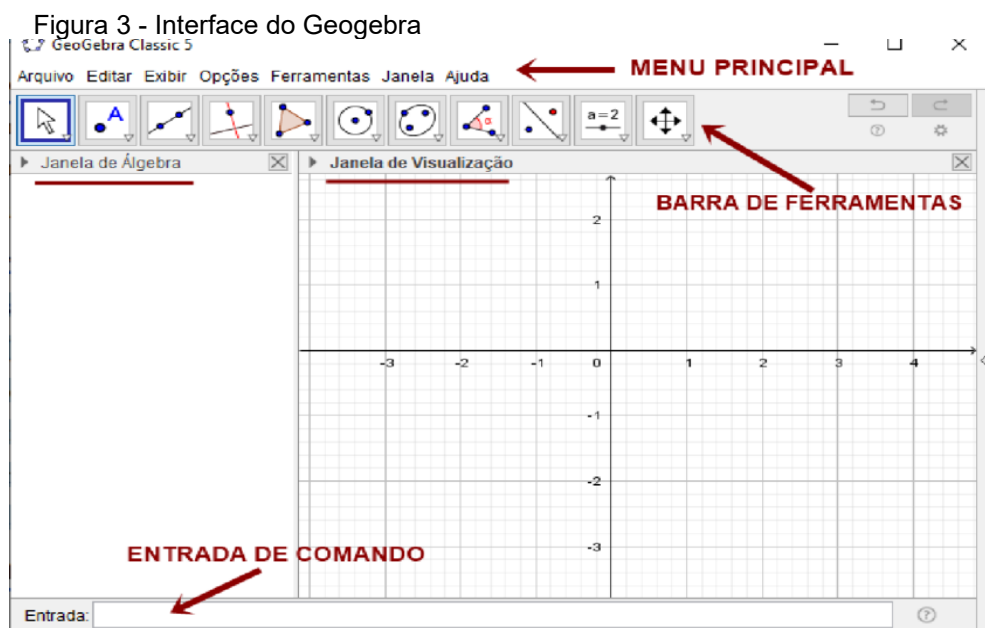
No que se refere à Matemática e ao uso da informática e de suas tecnologias, esses recursos podem colaborar de forma progressivamente significativa com a prática do professor, pois: transformam ativamente a aprendizagem do aluno, favorecem um aperfeiçoamento significativo do conhecimento e na construção deste, estimulam a independência cognitiva e intelectual, promovem o letramento tecnológico e ampliam as possibilidades do processo de ensino-aprendizagem.

Voltando à criação do GeoGebra, conhecido como software dinâmico para a Geometria, ele foi desenvolvido por Markus Hohenwarter, um professor de Matemática no ano de 2002, sendo aperfeiçoado ao longo dos anos, passando por várias atualizações e inovações. Inicialmente, foi programado em Java e pode ser executado em diferentes sistemas operacionais, como Microsoft Windows, Linux, Android.

Foi criado em 2002 por Markus Hohenwarter como um programa computacional de distribuição livre para fins educacionais. A partir do qual se agregou, dentre outras funcionalidades, a janela de visualização 3D, que permite manipular representações de objetos matemáticos tridimensionais (Almouloud, 2018, p. 43).

A interface do GeoGebra organiza-se, de modo geral, em quatro componentes: janela de Álgebra, barra de ferramentas, área de trabalho (janela de visualização) e campo de entrada, que reúnem as ferramentas necessárias

para explorar propriedades e conceitos ao longo da aprendizagem, conforme Figura 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Ao utilizar o GeoGebra, especialmente no estudo da Geometria, é possível identificar e manipular pontos, retas, segmentos de reta, vetores, cônicas, funções polinomiais, objetos algébricos e sequências como progressões. Além disso, o software permite construir sólidos geométricos a partir de figuras planas, em diferentes dimensões, bem como elaborar suas respectivas planificações.

Como já mencionado, o GeoGebra é de uso simples e favorece uma aprendizagem mais consistente ao trabalhar a Geometria como objeto de conhecimento e em suas diversas formas de expressão, estimulando a discussão entre os alunos, o intercâmbio de conhecimentos e uma abordagem construtivista ao longo das aulas, dentro e fora da sala, com o apoio de recursos e de laboratórios de informática.

Assim, pode-se perceber que as tecnologias digitais não são apenas ferramentas que representam o conhecimento e inovação, mas, fazem parte fundamental na produção deste conhecimento e na reorganização do pensamento crítico, na forma como interage consigo e com o coletivo, transformando o próprio conhecimento, além de promover ambientes interativos

e com potencial para o alcance de resultados positivos no caminho do trabalho do profissional da educação. Por tanto, a tecnologia digital transforma as representações semióticas em recursos e registros aplicáveis, tornando-as dinâmicas, interativas e multimodais, e, ao fazer isso, ela se torna parte essencial do processo cognitivo que leva à apreensão conceitual em Matemática e em várias áreas do conhecimento.

#### 4. CONHECENDO A SEMIÓTICA

Inicialmente vinculada aos estudos linguísticos, a Teoria Semiótica tem antecedentes no século XVII. Em 1690, John Locke empregou o termo “semiotike” ao propor uma doutrina dos signos(sinais). Sendo conhecida como a ciência dos signos e da significação, sua criação consolidou-se no século XX, especialmente com Charles Sanders Peirce (1839-1914), filósofo norte-americano considerado um dos fundadores da semiótica, ao lado de Ferdinand de Saussure.

A semiótica como teoria geral dos signos teve várias denominações no decorrer da história da filosofia. A etimologia do termo nos remete ao grego semeion, que significa “signo”, e sêma, que pode ser traduzida por “sinal” ou também “signo”. (Noth, 2003, p. 21)

Inicialmente, o termo semiótica designava um dos ramos da Medicina, dedicado ao estudo dos sinais das enfermidades, seus possíveis diagnósticos, causas e prognósticos. D’Amore (2015, p. 29) afirma: “aquela parte da medicina que trata dos sinais das enfermidades comparece junto com o termo ‘semiótico’, isto é, relativo aos sinais ou sintomas das enfermidades”. O vocábulo difundiu-se também como semiologia, destacando os sinais como objetos de estudo; porém, quando esses sinais são entendidos como formas de comunicação e expressão, remetem aos signos, núcleo conceitual da semiótica que vem sendo construído ao longo de décadas.

Os signos dizem respeito à linguagem (ou mesmo toda forma de expressão). E a semiótica é a ciência dos signos e se manifesta em múltiplas linguagens, não apenas na língua portuguesa (materna), mas em todas as línguas e formas de expressão utilizada. Trata-se de relacionar diferentes sistemas de representação a determinados objetos ou referências, tornando-os cognoscíveis.

A Semiótica oferece um mecanismo de registros que contribuem para compreender como se aperfeiçoam os processos de comunicação a partir da análise do comportamento social e das práticas humanas relativas à linguagem e às suas variadas formas de expressão, no pensamento e na organização das ideias. Como observa Santaella (2012, p. 9), “o século XX viu nascer e está testemunhando o crescimento de duas ciências da linguagem. Uma delas é a

Linguística, ciência da linguagem verbal. A outra é a Semiótica, ciência de toda e qualquer linguagem”.

A importância do desenvolvimento dessa teoria decorre da necessidade de uma análise profunda dos discursos, priorizando o texto como objeto de estudo — não a palavra isolada ou a frase destacada —, mas, adotando uma visão abrangente do todo e de suas partes, avaliando suas formas representativas.

Segundo Santaella (2012, p. 19), “a Semiótica é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis”, linguagens que se expressam de inúmeras maneiras e dialogam com a educação e a prática docente na conceituação e definição de conteúdo e situações didáticas, metodológicas e cognitivas.

Nesse sentido, a semiótica busca explicar não apenas o que um texto diz, seja verbal ou não verbal, mas como ele diz o que diz, elucidando mecanismos de produção de sentido em múltiplas formas de comunicação: leitura, imagens, formas, massas, volumes, filmes, movimentos, entre outras. Por isso, é comum a aproximação — e, às vezes, a confusão — com áreas afins, como a Semântica e a Semasiologia, que se relacionam com o estudo do significado e da significação.

Semântica e semasiologia são termos que hoje só se referem ao estudo das significações na linguística. Nos séculos XVII e XVIII, a semântica apresenta ainda sentidos semióticos mais gerais. John Spencer (*A discourse concerning prodigies*, 1665), por exemplo, referiu-se à “semantick philosophy” como sendo o estudo das previsões do futuro por senhas. (Noth, 2003, p.21)

Nesse ponto principal do trecho é que o uso de “semântica” e “semasiologia” se especializou e se restringiu ao longo do tempo. O que antes era um termo amplo para a interpretação de signos ou presságios (semiótica geral) nos séculos XVII e XVIII, hoje é um termo técnico específico para o estudo do significado na linguagem humana (linguística). A evolução da semântica, como campo autônomo da Linguística, é um tópico importante para entender a disciplina.

Durante o processo de consolidação da semiótica, foram utilizados inicialmente outros termos, como semiologia, sematologia, semântica e semasiologia. Contudo, “em 1969, por iniciativa de Roman Jakobson, decidiu-se adotar semiótica como termo geral do território de investigação da semiologia e da semiótica geral” (Nöth, 2003).

A semiótica, é a mais jovem ciência a despontar no horizonte das chamadas ciências humanas, teve um peculiar nascimento, assim como apresenta, na atual fase do seu desenvolvimento histórico, uma aparência não menos singular. A primeira peculiaridade reside no fato de ter tido, na realidade, três origens ou sementes lançadas quase simultaneamente no tempo, mas distintas no espaço e na paternidade: uma nos Estados Unidos, outra na antiga União Soviética e a terceira na Europa Ocidental. (Santaella, 2012, p.22)

Para Santaella (2012), após a Revolução Industrial, a constituição da Semiótica como ciência estruturada decorreu do crescente desenvolvimento de linguagens e códigos nos meios de difusão da informação. Esse cenário tornou evidente o surgimento da Semiótica, em diferentes lugares e de modo sincronizado, e fez emergir uma “consciência semiótica”, isto é, a percepção da necessidade de seu uso o que culminou com a expansão dessa nova linguagem e sua contribuição, sendo aprimorada, conhecida e inserida ao passar dos anos no ambiente educacional em diversas áreas de comunicação.

Essa consciência de linguagem, que orienta amplamente a sociedade, gerou a necessidade de uma ciência voltada à criação de mecanismos de indagação e de instrumentos metodológicos capazes de aprofundar e revelar as riquezas que envolvem os diversos fenômenos da linguagem e sua interpretação. Essa ciência “a Semiótica”, trouxe para a Matemática uma ampla contribuição e um crescente número de registros que possibilitam analisar as expressões e os estudos minuciosos referentes aos objetos de estudos e as suas especificidades.

O que chamamos Matemática é uma resposta à busca de sobrevivência e de transcendência, acumulada e transmitida ao longo de gerações, desde a pré-história. O mesmo se dá com as religiões, com as técnicas, com as artes e com as ciências, em geral. Em suma, todos os fazeres e saberes são respostas do homem a informações recebidas da realidade, que é o complexo de tudo que é material, ampliado por experiências vividas e acumuladas, na forma de memórias. Essas respostas, em permanente transformação, são estratégias desenvolvidas pela espécie para responder às pulsões de sobrevivência e de transcendência (D’Ambrósio, 2011, p.22).

Nos Estados Unidos, o surgimento e o desenvolvimento da Semiótica foram impulsionados pelos trabalhos de Charles Sanders Peirce, cientista, lógico e filósofo que, desde a infância, já demonstrava vocação científica. Ainda menino, escreveu, aos 11 anos, uma História da Química; formou-se químico pela Universidade de Harvard e atuou também como matemático, físico e astrônomo. Não limitou seus estudos a essas áreas: dedicou-se à linguagem, à filosofia, à arquitetura, à matemática, à história e à psicologia, além de dominar dezenas de línguas.

Peirce realizou numerosos experimentos e estudos aprofundados, sobretudo em filosofia e lógica, entendendo que uma conduz à outra. Não se restringiu às ciências exatas e naturais. Como afirma Santaella (2012, p. 30), “esse caminho, por seu turno, se bifurcava: de um lado, por meio da prática das diversas ciências, de outro por meio da história”. Até o fim da vida, Peirce não obteve pleno reconhecimento como lógico.

“Peirce era uma espécie de filósofo que era, em primeiro lugar um cientista, e uma espécie de cientista que era, em primeiro lugar, um lógico da ciência. Nenhuma Universidade, grande ou pequena: do seu tempo, soube o que fazer com tal filósofo ou com tal cientista.” Mas aqui chegamos a ponto de cercar uma outra questão: o que tem a Semiótica a ver com isso? A resposta, pelo menos em princípio, é simples: desde o começo do despertar do seu interesse pela Lógica, Peirce a concebeu com nascendo, na sua completude, dentro do campo de uma teoria geral dos signos ou Semiótica. (Santaella, 2012, p.31)

Para Peirce, a lógica nada mais era que uma ramificação da Semiótica, evoluindo, mais tarde, para a concepção de que a lógica constitui uma extensão da teoria geral de todos os signos possíveis, o que ampliou a compreensão de seu desenvolvimento. Parte de seus escritos foi publicada e catalogada após sua morte por grupos de estudiosos norte-americanos, com base tanto em edições organizadas quanto na consulta direta a manuscritos.

Peirce considerava que toda expressão humana, em sua criação e realização, é questão semiótica. Como ciência, porém, a Semiótica não seria a base de todas as demais: é necessária, mas não suficiente para substituí-las, integrando-se a elas como parte de um conjunto funcional.

Santaella (2012), em “O que é semiótica”, afirma que a Semiótica peirceana não é apenas uma ciência, mas uma filosofia científica da linguagem, que dá sustentação a bases inovadoras de vinte e cinco séculos de filosofia ocidental e que, ao longo da história, revolucionou aspectos relativos à Semiótica, seus conceitos, suas descobertas e a explicitação de seus modos de verificação e de seus aspectos concretos.

A expressão “filosofia da linguagem” possui duas acepções principais, uma mais estrita e outra mais ampla. Em sua acepção mais estrita, ela é o resultado de uma investigação filosófica acerca da natureza e do funcionamento da linguagem, sendo por vezes chamada de ‘análise da linguagem’. Quando um filósofo investiga questões como a de natureza e função da linguagem, está fazendo filosofia da linguagem nesse sentido estrito da expressão. O mesmo se dá quando ele investiga questões intrinsecamente relacionadas da linguagem, como a questão da natureza do significado de nossas expressões linguísticas, de como somos capazes de nos referir às coisas por meio da linguagem, da natureza da verdade de nossas proposições, de como podemos, através de proferimentos linguísticos, nos comunicar uns com os outros. (Costa, 2002, p. 7)

Nöth (2003, p. 58) afirma, em sua obra sobre o panorama das semióticas, que “Charles Sanders Peirce é, sem dúvidas, o mais importante dos fundadores da moderna semiótica geral”. O autor desenvolve teorias e concepções acerca de uma visão semiótica universal do mundo, apresenta definições fundamentais, cria um método lógico e sistemático para classificar, analisar e entender o funcionamento dos signos, transformando a Semiótica em uma ciência geral do signo; e, por fim, expõe a teoria dos signos e sua classificação e operacionalização.

O ponto de partida da teoria peirceana dos signos é o axioma de que as cognições, as ideias e até o homem são essencialmente entidades semióticas. Como um signo, uma ideia também se refere a outras ideias e objetos do mundo. Assim, sobre tudo o que refletimos tem um passado. (Noth, 2003, p.61)

A semiótica peirceana é, fundamentalmente, uma teoria sófica da cognição — para ele, todo pensamento ou representação mental é um signo, como discutido a seguir.

#### 4.1 Estudo dos signos na concepção peirceana

A ideia mais central de Peirce é a Semiose, definida como a ação do signo (ou processo sófico). Peirce, acreditava que “o fato de que toda ideia é um signo

junto ao fato de que a vida é uma série de ideias prova que o homem é um signo” (Noth, 2003, p.61). Ele traz essa interpretação semiótica voltada ao homem e à cognição, revalidando as dimensões do passado, presente e futuro com uma visão pansemiótica do universo.

Num processo de semiotização, o signo deve obrigatoriamente ser mediatizado por um terceiro termo (o interpretante) para trazer uma resposta da parte do destinatário. O interpretante é, pois, a condição necessária à circulação de qualquer sentido. Ele define o próprio estatuto do signo e garante a sua validade, isto é, dá a este último a possibilidade de apresentar o objeto no circuito da comunicação. No sentido estrito, o interpretante seria a relação paradigmática entre um signo e um outro signo. Vale dizer que o interpretante é também um signo que, enquanto tal, possui um interpretante. Vale dizer ainda que a semiósis é um processo ilimitado de envios diferenciais de signo a signo. A semiósis constitui um sistema de inter-relações sem ligação com a realidade referencial. (Carontini, 1979, p.32).

Nesse contexto, a semiotização é um termo fundamental na Semiótica e, em particular, na Educação Matemática, e pode ser definida com: O processo pelo qual um objeto, ideia ou conceito é transformado em um signo ou conjunto de signos (representações) que podem ser comunicados, manipulados e interpretados, ou seja, é o ato de dar forma de signo a algo.

Figura 4 - Esquema da teoria dos signos (objeto–signo–interpretante; ícone, índice e símbolo).



Fonte: Adaptado de Peirce (2003) e Queiroz (2007).

Peirce argumentava que essa relação é genuinamente triádica, ou seja, não pode ser decomposta em relações binárias (duplas), destacando a natureza contínua e evolutiva do processo de significação. O Interpretante, por sua vez, torna-se o Representamen de um novo signo, em um processo que é teoricamente infinito, pois sempre que um novo conhecimento está sendo gerado, vivencia-se esse processo contínuo e permanente.

Nesse sentido, na teoria peirceana, os signos não constituem uma classe de fenômenos circunscrita a objetos ditos não semióticos. Ao contrário, a realidade é amplamente perpassada pela semiose. Pode-se ir além e indagar se o mundo não seria composto, em última instância, de signos, de ideias e de suas representações.

Um signo ou representamen, é tudo aquilo que sob um certo aspecto ou medida, está para alguém em lugar de algo. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa um signo equivalente ou talvez um signo mais desenvolvido. Chamo este signo que ele cria o interpretante do primeiro signo. O signo está no lugar de algo, seu objeto. Está no desse objeto, porém, não está em todos os aspectos, mas apenas com referência a uma espécie de idéia (CP, 2.228). (Noth, 2003, p.65).

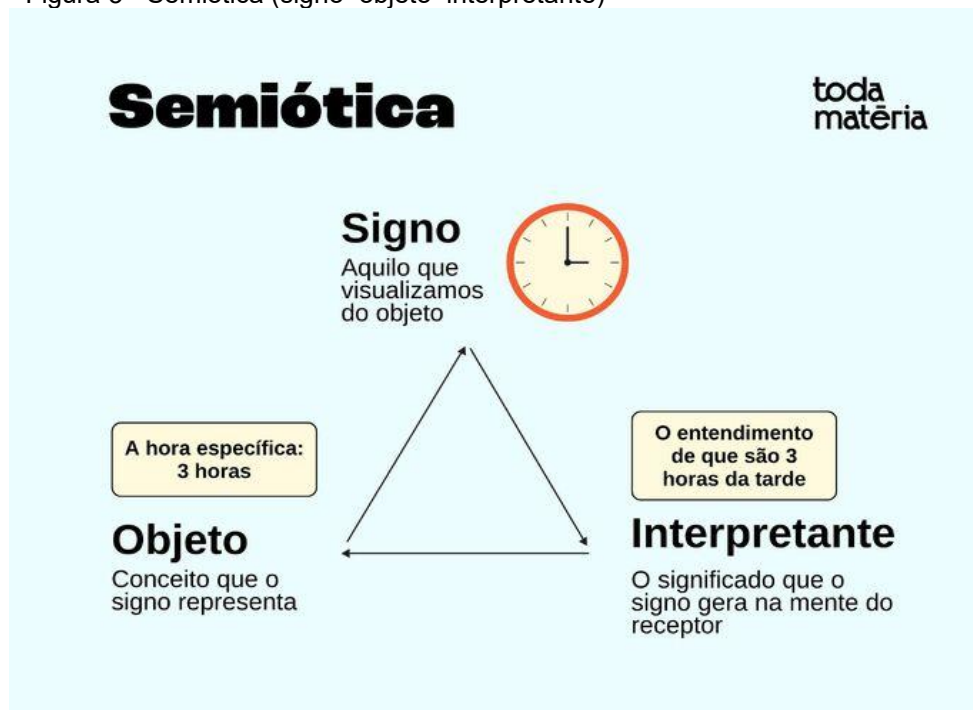
Nos estudos de Peirce sobre os signos, a terminologia adotada reúne três constituintes do processo semiótico: o signo, o objeto e o interpretante. A cognição produzida na mente corresponde ao interpretante; a “coisa significada” corresponde ao objeto; e o próprio signo, enquanto meio de representação, é denominado representamen, que é a materialidade ou a manifestação inicial que tem o potencial de levar um intérprete a pensar no seu Objeto (referente) e gerar um novo signo (o Interpretante).

O representamen é aquilo que está no lugar de algo para alguém sob certo aspecto ou capacidade. Ele relaciona-se a um primeiro elemento, o objeto, e determina um terceiro, o interpretante, que é o efeito semiótico produzido na mente do intérprete.

Uma frase qualquer de nossa linguagem é ou elementar, ou analisável como sendo constituída de uma combinação de frases elementares, as quais podem corresponder estruturalmente a fatos, a combinações dadas de estados de coisas. Completamente analisadas, as frases se revelam como arranjos de nomes, de signos simples diretamente correlacionáveis aos seus respectivos elementos simples do mundo real, de maneira que ‘a figura toca a realidade’ (lembre-mos da noção de conhecimento por familiaridade em Russel). (Costa, 2002, p.32)

Portanto, a relação dos signos é uma relação tríade, nas mais variadas representações da ciência da linguagem, um objeto, emite várias possibilidades de significação e da comunicação, sendo o signo uma relação de uma coisa buscando representar outra coisa.

Figura 5 - Semiótica (signo–objeto–interpretante)



Fonte: Fernandes (s.d.).

O signo produz um interpretante na mente do receptor. Nessa ocorrência dá-se a semiose, entendida por Peirce como a ação do signo: um processo cognitivo decorrente da interpretação, provocado pelo uso de signos e responsável pela geração de novos conhecimentos.

Por isso, para definir a semiótica peirceana é preciso dizer que não é bem o signo, mas é a semiose que é seu objeto de estudo. Numa de suas definições, Peirce diz que "semiótica é a doutrina da natureza essencial e variedades fundamentais da semiose possível" (CP, 5.488).

O termo semiose foi por ele adaptado de um tratado do filósofo epicurista Filodemo. Em outra definição, onde usou a palavra grega, ele dizia: "semeiosis significa a ação de quase qualquer signo, e a minha definição dá o nome de signo a qualquer coisa que assim age" (CP, 5.484). (Noth, 2003, 66).

A concepção peirceana de signo, essencialmente triádica e processual, desloca o foco do "que o signo é" para "o que o signo faz" na semiose: ao representar um objeto sob certo aspecto, o representamen engendra um interpretante e, com isso, abre cadeias potencialmente ilimitadas de

interpretações. Essa dinâmica interessa diretamente ao ensino de Geometria, pois a compreensão de poliedros (e, em particular, dos Sólidos de Platão) mobiliza diferentes signos e registros: diagramas, modelos físicos, expressões simbólicas e descrições verbais. Ao articular a ação do signo Peirce (2005) com as conversões e tratamentos entre registros Duval (2003), criamos um enquadramento teórico-operacional para analisar como os estudantes transitam entre 2D e 3D, reconhecem propriedades e constroem significados.

#### 4.2 Representação dos registros semióticos na geometria espacial

A Teoria dos Registros de Representações Semióticas na Geometria Espacial (TRRS) tem os seus estudos voltados para os aspectos cognitivos e visuais, os quais contribuem de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem na Matemática, nesse estudo, especialmente no âmbito da Geometria Espacial, revelando múltiplas formas de registros de um signo ou objeto.

A noção de representação torna-se, então, essencial como forma sob a qual uma informação pode ser descrita e considerada em um sistema de tratamento. Isso não tem, então, mais nada a ver com uma “crença”, com uma “evocação de objetos ausentes”, as quais retornam à consciência vivida de um sujeito. Trata-se, ao contrário, de uma “codificação da informação”. (Duval, 2009, p.31).

Neste contexto, Duval (2004) relata sobre uma parcela significativa que demonstra dificuldades em Matemática e seus conteúdos afins, sendo necessária a efetivação da ação em diferentes processos de ensino relativos à disciplina, na desmistificação à materialidade dessa disciplina, impulsionando uma variedade de representações e equivalências geradas a partir de combinações.

A respeito do estudo dos signos, constitui-se o conceito de representação semiótica proposto por Duval Raymond, pois para ele as representações semióticas são construções estabelecidas pelo uso de signos e pertencentes a um sistema de representações que tem inconvenientes próprios de significação e de funcionamento, sendo essenciais a atividade cognitiva do pensamento.

Os registros são discursivos e não discursivos. Os registros são multifuncionais ou monofuncionais. Os registros monofuncionais são próprios da matemática. Os registros multifuncionais são utilizados fora da matemática, para as funções da comunicação, de objetivação, e não primeiramente, ou mesmo raramente, para uma função de tratamento. É absolutamente evidente para a linguagem matemática. Mas, em matemática, é o inverso que se produz (Duval, 2011, p. 117).

Para Duval (2011), a Semiose não é apenas uma forma de comunicação ou anotação; ela é a condição de acesso aos objetos matemáticos. Ele enfatiza que o pensamento matemático é caracterizado pela possibilidade de operar com diferentes sistemas de signos. Assim, o conceito semiose é a produção de uma representação semiótica (o funcionamento de um sistema de signos) e em muitas vezes é a apreensão, ou seja, a apropriação do conceito de um determinado objeto, podendo ser resultado de um conjunto de registros endereçados a um signo. Desse modo, o acesso aos objetos matemáticos, que são em uma parcela significativa abstratos, dependem inteiramente do uso e da coordenação de registros de representação semiótica evidenciando a necessária e efetiva articulação entre as mais variadas formas de linguagens e expressões.

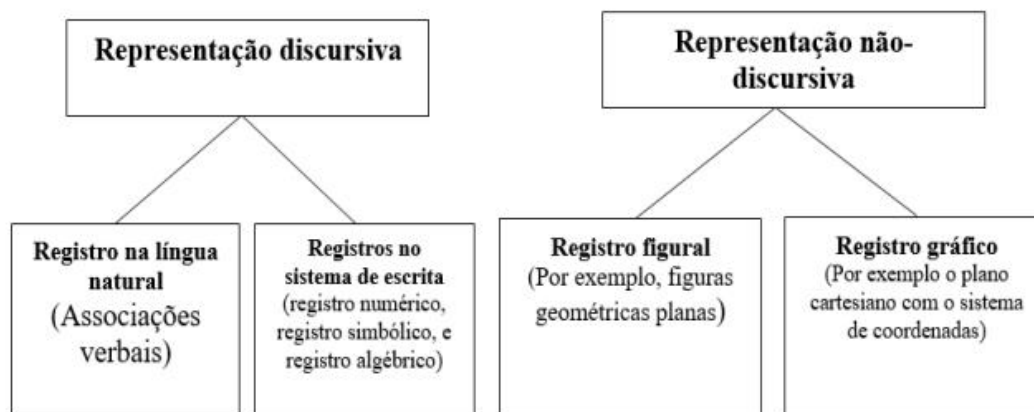
As representações semióticas são representações ao mesmo tempo consciente e externas. Com efeito, elas permitem uma “visão do objeto” através da percepção de *estímulos* (pontos, traços, caracteres, sons...), tendo valor de “significante”. Há uma grande variedade de representações semióticas possíveis: figuras, esquemas, gráficos, expressões simbólicas, expressões linguísticas etc. (Duval, 2009, p. 44).

Além disso, para Duval (2003), os registros de representação semiótica articulam e proporcionam aprendizagem, ou seja, a noção de registro de representação semiótica constitui-se como uma ferramenta que é fundamental para o ensino da Matemática relacionando fatores cognitivos que impulsionem a maneira matemática de se trabalhar, a forma pela qual será definido conceitos e definições, quais expressões contribuem com determinados objetos e quais signos podem ser relacionados entre eles, resultando num processo positivo de representação e cognição.

(...) não se pode ter compreensão em matemáticas, se nós não distinguimos um objeto de sua representação. É essencial jamais confundir os objetos matemáticos, como os números, as funções, as retas, etc, com suas representações, quer dizer, as escrituras, decimais ou fracionárias, os símbolos, os gráficos, os traçados de figuras... porque um mesmo objeto matemático pode ser dado através de representações muito diferentes. (Duval, 2009, p. 14).

A teoria dos registros de representação semiótica é classificada em 4 grandes tipos de registros segundo Duval, sendo a língua natural, o simbólico, os gráficos e as figuras, conjunto que forma um leque de representações que se combinam entre si ou independem de acordo com cada objeto a ser compreendido.

Figura 6 - Representações semióticas



Fonte: Adaptado de Duval (2003, p. 14).

Quanto à Geometria Espacial, que é o objeto de estudo deste trabalho, destacam-se três tipos de registros de representação semiótica comumente mobilizados no processo de ensino-aprendizagem: a linguagem natural, a figural e a simbólica, sem descartar os registros gráficos e algébricos, embora estes sejam menos recorrentes em comparação aos demais e não menos importantes para o aspecto de ensino.

A especificidade das representações semióticas consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidos em representações “equivalentes” em um outro sistema semiótico, mas podendo tomar **significações** diferentes para o sujeito que as utiliza. (Duval, 2009, p. 32)

Quanto à oralidade, isto é, à linguagem natural, trata-se de um elemento presente rotineiramente nas explicações, no percurso das definições durante as aulas, nas formalizações de propriedades e conceituações, nos debates e no compartilhamento de experiências e pontos de vista. Em outras palavras, ela está continuamente conectada à vivência e ao processo de ensino-aprendizagem.

No registro figural, há um redimensionamento do processo de construção do conhecimento, especialmente no ensino de Matemática, com ênfase na Geometria e nos sólidos geométricos. Esse registro constitui um modo de representação semiótica que auxilia na compreensão e na resolução de situações-problema por meio de imagens, figuras e desenhos do cotidiano, bem como por construções físicas e virtuais. Entre essas, destacam-se os softwares dinâmicos, como o GeoGebra, que dispõe de ferramentas na versão 3D e contribui para a aprendizagem.

Quanto ao uso de imagens, esse registro pode, em certas ocasiões, alterar ou ampliar o significado de um texto, de um enunciado ou de um problema, oferecendo múltiplas perspectivas a alunos e professores. Tais perspectivas podem ser positivas para alcançar conclusões desejadas, contribuindo para a construção do conhecimento e para o compartilhamento de ideias e opiniões que possam ser reconhecidas e complementadas.

O método empregado para o estudo das representações mentais era essencialmente um método de conversa, no qual o que pode aparecer como um erro é considerado como o indício de uma outra visão das coisas ou de outra forma lógica (Duval, 2009, p.30).

As figuras contribuem para a significação matemática e para a visualização (representação visual), valorizando o registro figural não apenas na resolução de situações-problema, mas também no desempenho de um papel relevante do ponto de vista cognitivo, ao favorecer a compreensão do problema e a execução de possíveis soluções sob múltiplas perspectivas.

Nesse contexto, o registro simbólico, que pode assumir representações numéricas (fracionárias ou decimais) e algébricas, inclusive em forma generalizada, amplia as possibilidades de resolução de problemas, contextualizados ou não. Assim, uma figura geométrica ou um objeto definido geometricamente pode ser exposto e representado por diferentes registros semióticos, mobilizando processos de tratamento, conversão e objetivação. Segundo Duval (2009, p. 46), “a objetivação, que corresponde à formação de representações mentais novas, é acompanhada de uma produção de representações”.

Essa variação (que é o processo central dessa teoria) decorre da coordenação entre registros, que gera inter-relações e costuma exigir o uso de mais de um registro em determinadas situações, desde os conceitos primitivos até a concretização prática de um dado conhecimento. Pois para Duval (2009), o pensamento matemático consiste na capacidade do aluno em realizar a manipulação de vários registros.

Para se falar de representação é necessário que haja entre dois sistemas de objetos (reais e mentais): um representando o outro, o representado. Esta relação é, em geral, não semiótica. Além disso, é necessário que exista uma ou outras relações entre os comportamentos, ações ou operações efetuadas, ou mais geralmente efetuáveis, sobre o representado. Trata-se então, de um sistema complexo que não se saberia reduzir a um par de objetos do qual um seria considerado como o representante do outro. (Duval, 2009, p. 87).

Com isso, surge um processo que vai da modalidade (utilização de um recurso semiótico), configurando-se num processo multimodal, ou multimodalidade da linguagem, que se refere às múltiplas manifestações de comunicação para a construção de sentidos e compreensão, que combinam vários elementos de representação: escrita, imagens, gestos. O conhecimento vai sendo construído pela interação entre as variedades de “linguagens”.

Nesse contexto Duval (2009), retrata a importância da formação de representações semióticas e enfatiza regras próprias da semiótica ao sistema empregado, regras de conformidade que definem esse sistema empregado, bem como todas as representações possíveis num registro, havendo a transitividade entre registros e representações.

#### 4.3 Conversão e tratamento de registro de representação semiótica

A conversão de registros de representação semiótica é a transformação de uma representação de um determinado objeto, pertencente a um sistema de signos, para outro registro. Trata-se da passagem de uma forma de representação para outra, por exemplo, de uma expressão algébrica para a linguagem natural, de um texto para um registro gráfico ou de uma expressão matemática para um símbolo.

Segundo Duval (2009), uma representação semiótica forma-se pelo recurso a um ou mais signos que orientam a atenção para um objeto ou que

podem substituí-la. Esse processo é compreendido como um procedimento cognitivo externo e ocorre quando o registro sofre uma mudança. A conversão é fundamental para o ensino de Matemática, pois torna possível apreender diferentes características e sentidos de um mesmo objeto ou signo, no âmbito dos processos mentais e cognitivos do estudante.

As representações externas preenchem então uma função de comunicação. Mas elas preenchem igualmente duas outras funções cognitivas: a função de objetivação, como todas as representações conscientes, e a função de tratamento (Duval, 2009, p.42)

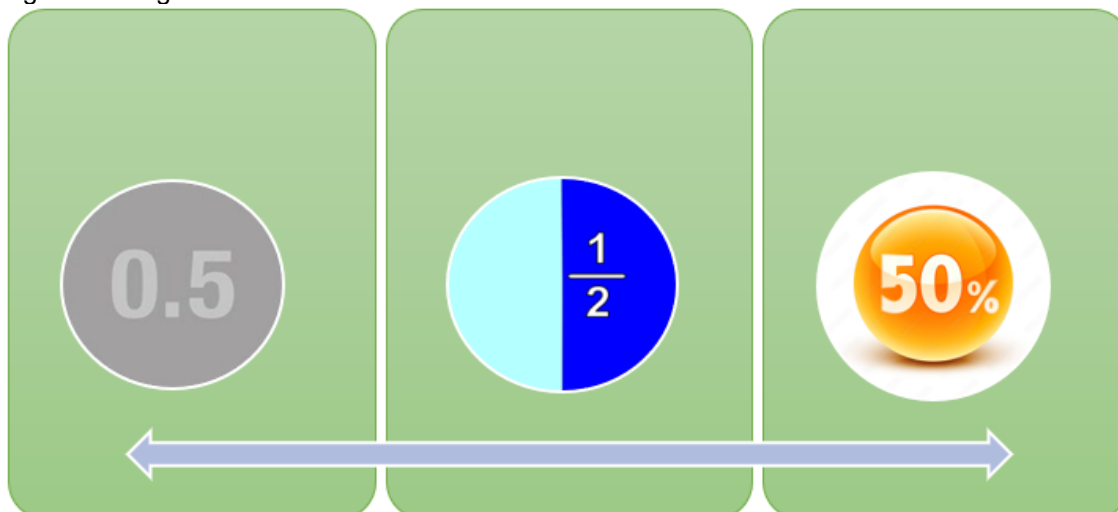
Diante desse contexto, enfatiza-se que a conversão de registros é um processo fundamental no ensino da Matemática, pois evidencia a capacidade do estudante de compreender o conceito de um objeto matemático, como os da Geometria Espacial, por diferentes perspectivas. Não se trata de dominar apenas uma forma de representação, mas de reconhecê-lo, representá-lo e identificá-lo em múltiplos registros, formando conexões significativas nas relações entre elas.

Converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro. As operações que designamos habitualmente pelos termos “tradução”, “ilustração”, “transposição”, “interpretação”, “codificação”, etc. são operações que a representação de um registro dado faz corresponder uma outra representação num registro. A conversão é então uma transformação externa em relação ao registro de representação de partida. (Duval, 2009, p.59).

A conversão exterioriza um objeto matemático: ao representá-lo e transformá-lo para outro registro, seu significado original é preservado. Para Duval (2009, p. 42), “as representações externas são essenciais para a função de tratamento”.

Exemplo: 0,5 (ou meio) pode ser representado pela fração  $\frac{1}{2}$  ou pela porcentagem 50%. Em todos os casos, o conceito de metade é mantido, ainda que expresso por registros distintos.

Figura 7 - Registro de conversão.



Fonte: Elaboração própria (2025).

No tratamento de registros de representação semiótica, ocorre a transformação dentro do mesmo registro, sem alteração de sua natureza original. Trata-se da manipulação de informações da própria representação, como, por exemplo, ao simplificar uma expressão algébrica. Em outras palavras, é a resolução ou o rearranjo de uma representação mantendo-se o sistema semiótico.

Um tratamento é uma transformação que se efetua no interior de um mesmo registro, aquele onde as regras de funcionamento são utilizadas; um tratamento mobiliza então apenas um registro de representação. A conversão é, ao contrário, uma transformação que faz passar de um registro a um outro. Ela requer a coordenação dos registros no sujeito que a efetua. (Duval, 2009, p.39).

O tratamento caracteriza-se por uma transformação interna, isto é, realizada dentro do mesmo sistema de representação — seja linguagem natural, linguagem algébrica, representação gráfica, entre outros. Trata-se da manipulação de informações que organiza e modifica a própria representação sem mudar de registro. Exemplos típicos são calcular as raízes de uma equação quadrática ou resolver um sistema de equações.

Exemplo de tratamento algébrico:

$$3xy + 2x + 3y - x + 6x + 2y + xy$$

Resolvendo, temos:

$$= 4xy + 5y + 7x \text{ (forma reduzida)}$$

O tratamento tem por objetivo organizar e manipular a representação, visando à resolução de problemas ou à preparação de uma dada representação para um posterior processo de conversão. Além disso, a forma resultante da operação difere da inicial, mas preserva exatamente o mesmo significado e o mesmo resultado.

Para Duval (2009), o processo de conversão configura-se como a atividade cognitiva menos espontânea e considerada com um nível maior de dificuldade para a maior parte dos alunos, não apenas pelo campo conceitual, mas também na ausência de coordenação entre diferentes registros, embora seja para a aprendizagem, tão importante e fundamental, bem como o tratamento das representações.

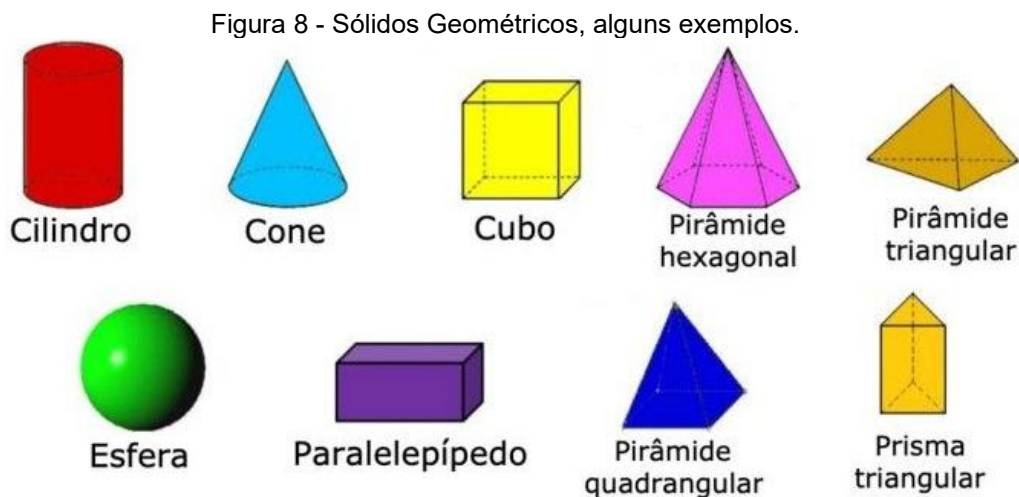
## 5. GEOMETRIA ESPACIAL – DESVENDANDO SÓLIDOS DE PLATÃO

A Geometria está presente em toda parte, assim como a Matemática, bastando observar ao redor — acima, abaixo e aos lados. Segundo Neto (2013, p. 250), “a Geometria Espacial residirá no fato de, agora, termos à disposição uma dimensão a mais”, não apenas a visão plana, mas a concepção do espaço como objeto de estudo.

Ela permeia o mundo com características e formas peculiares — retangulares, circulares, triangulares, quadradas, regulares e irregulares, poligonais ou não, planas ou espaciais — e pode ser considerada parte fundamental do ensino de Matemática, contribuindo para o desenvolvimento intelectual, a criatividade, a lógica e o raciocínio. “Consoante o que ocorre no estudo da Geometria Plana, a Geometria Espacial assume os conceitos de ponto, reta e plano como primitivos. Ela também assume como primitivo o conceito de espaço” (Neto, 2013, p. 250).

Por que estudar Geometria? Que motivos justificam aprendê-la? Entre outras razões, pelo fato de estar em todo lugar no cotidiano, com definições e propriedades relacionadas a paralelismo, congruência, volume, simetria, área e semelhança, entre outras, muitas vezes despercebidas.

Na escola, a Geometria constitui componente curricular desenvolvido ao longo das séries, do Ensino Fundamental ao Ensino Médio, o que evidencia a importância de seu estudo. Segundo Carvalho (1999, p. 4), “a Geometria é uma teoria matemática que visa criar uma abstração de um mundo que faz parte da nossa realidade”. Ela desenvolve no aluno a capacidade de resolver problemas e de demonstrar as possibilidades dessas resoluções.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Está presente em construções, na natureza e na escrita, sendo utilizada desde a Antiguidade, com noções de paralelismo, semelhança de figuras, área, volume, medição e congruência, entre outras propriedades e definições de fundamental importância.

A palavra geometria tem origem no grego: geo (“terra”) + metrein (“medir”). Segundo Eves (1992, p. 3), “o tradicional relato localiza na agrimensura prática do antigo Egito os primórdios da geometria como ciência; de fato, a palavra ‘geometria’ significa ‘medida da terra’, isto é, a ciência que desenvolve métodos para medir a terra, brotada de necessidades convencionais, atividades ligadas à agricultura e à engenharia”.

A história da Geometria não possui um ponto único de início; emergiu de necessidades práticas de construção e medição. Há, contudo, indícios de registros em comunidades antigas — anteriores à escrita alfabética —, como desenhos e formas encontrados em contextos naturais, em vestígios babilônicos e em pinturas rupestres.

Inúmeras circunstâncias da vida, até mesmo do homem mais primitivo, levavam a um certo montante de descobertas geométricas subconscientes. A noção de distância foi, sem dúvida, um dos primeiros conceitos geométricos a serem desenvolvidos. A necessidade de delimitar a terra levou à noção de figuras geométricas simples, tais como retângulos, quadrados e triângulos. Outros conceitos geométricos simples, como as noções de vertical, paralela e perpendicular, teriam sido sugeridos pela construção de muros e moradias (Eves, 1992, 2).

A Geometria, ciência de importância central para o desenvolvimento da cultura, da tecnologia e da própria história, integra o currículo escolar com vistas à formação humana e ao domínio do conhecimento geométrico — planificação, visualização de características e semelhanças, formas, grandezas, áreas, volumes e dimensões.

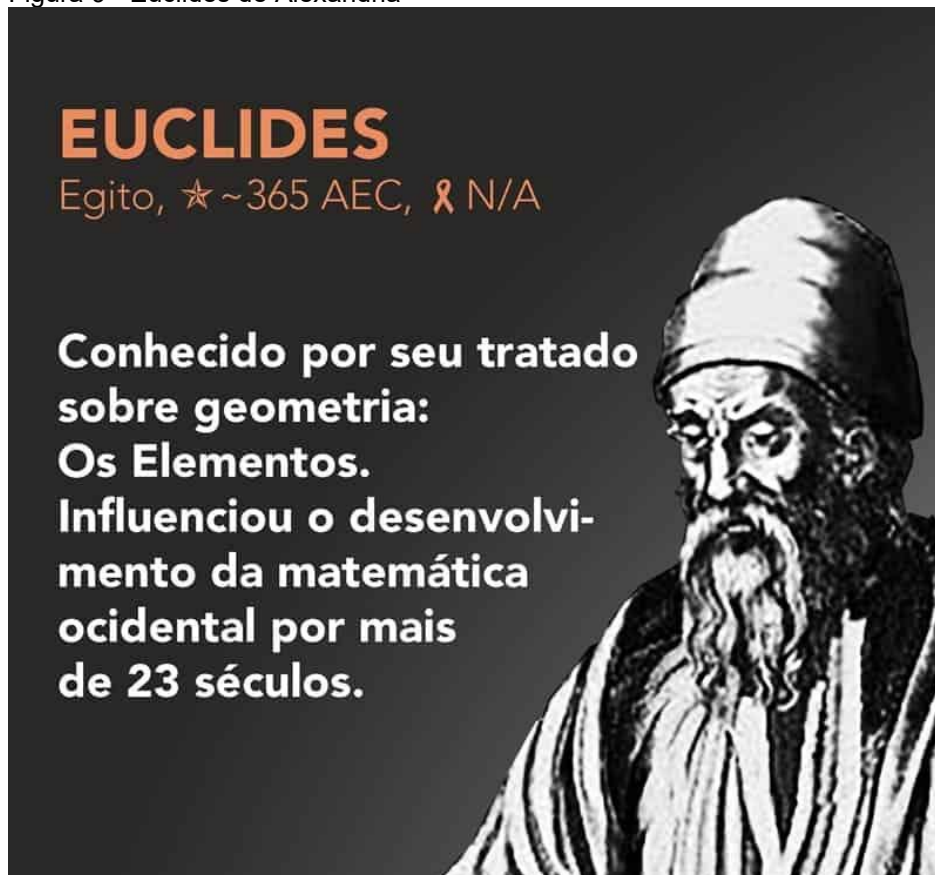
Surgida há muitos séculos, a Geometria foi-se desenvolvendo por meio das contribuições de grandes matemáticos. Seu aparecimento inicial relaciona-se a necessidades práticas: delimitação de terras, construção de pirâmides, edificações e monumentos, criação de técnicas de irrigação, atividades de plantio e medição e divisão de terrenos. Trata-se de uma das áreas mais antigas da Matemática, com vestígios expressivos no Egito, na Mesopotâmia e em diversas outras regiões do mundo.

Os mais antigos registros da atividade do homem no campo da Geometria são algumas tábulas de argila cozida desenterradas na Mesopotâmia e que se acredita datarem, pelo menos em parte, do tempo dos sumérios, por volta do ano 3000 a.C. Há outros suprimentos generosos de tábulas cuneiformes babilônicas provindas de períodos posteriores, como a época do rei Hammurabi, na primeira dinastia babilônica, a época do rei Nabunodonosor II, no império neobabilônico e as eras persa e selêucida, que se seguiram. (Eves, 1992, p.4)

A Geometria não surgiu a partir de um único estudioso, mas do trabalho de diversos povos e matemáticos, entre eles os gregos Tales de Mileto e Pitágoras, interessados no conhecimento que então se consolidava. Eves (1992, p. 8) menciona que “Pitágoras é considerado o continuador da sistematização da geometria iniciada por Tales, cerca de cinquenta anos antes”.

Entretanto, quem a revolucionou, com importantes escritos e descobertas, foi Euclides de Alexandria, conhecido como o “pai da Geometria” ou formulador da Geometria Euclidiana. Segundo Eves (1992, p. 45), “Euclides, por volta do ano 300 a.C., coletou e arranjou as proposições da geometria plana, apoiando-se em um conjunto de cinco postulados”.

Figura 9 - Euclides de Alexandria



Fonte: Cruz (2024).

Euclides de Alexandria, matemático grego dos séculos IV e III a.C, é um dos mais importantes da antiguidade. A maior de todas as contribuições de Euclides à Matemática, bem como à ciência em geral, foi o tratado *Elementos*, obra na qual expôs, sistematicamente, os conhecimentos de Geometria Plana de seu tempo – doravante rotulada como Euclidiana –, alguns dos quais frutos do seu próprio trabalho. A importância dos *Elementos* se deve ao fato deste ser a primeira obra em que se considera um corpo de conhecimento matemático como parte de um sistema lógico dedutivo bem definido (Neto, 2013, pag. 2).

Euclides, matemático grego, legou um amplo conjunto de conhecimentos sobre Geometria, sistematizando minuciosamente os estudos de seu tempo e contribuindo para fazer de Alexandria um grande centro de investigação geométrica. Reuniu esse saber em uma obra monumental, *Os Elementos*, composta de treze livros. Muitos foram os feitos dos gregos no intervalo entre Tales e Euclides: Pitágoras e outros pensadores desenvolveram não apenas materiais que viriam a ser organizados em *Os Elementos*, mas também noções relativas a processos somatórios.

Segundo Machado (2012), “a geometria euclidiana constitui o primeiro exemplo de transição de um processo espacial bidimensional ou tridimensional para a linguagem unidimensional escrita”. Sendo ela, através da linguagem escrita, a pioneira em estabelecer a abstração como forma de representar o espaço.

A Geometria Euclidiana trata do estudo no plano e no espaço. Euclides formulou cinco postulados que fundamentam esse sistema geométrico.

**Postulado 1.** Por dois pontos do espaço passa uma e somente uma reta.

**Postulado 2.** Dada uma reta do espaço, existem pontos que pertencem à reta e pontos que não pertencem à reta.

**Postulado 3.** Por três pontos do espaço não situados na mesma reta passa um e somente um plano.

**Postulado 4.** Dado um plano do espaço, existem pontos que pertencem ao plano e pontos que não pertencem ao plano.

**Postulado 5.** Se dois pontos possuem um ponto em comum então eles possuem pelo menos mais um ponto em comum (e portanto, pelo menos uma reta em comum) (Carvalho, 1999, p. 7)

O ensino de Geometria nas escolas está presente desde o 5º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio, contemplando conteúdos de Geometria Plana e de Geometria Espacial. Contribui para a análise, a organização e a sistematização do conhecimento do estudante sobre o espaço que o cerca e seu contexto, de modo prático e lógico. Essa temática está presente em diversas áreas do conhecimento de forma direta ou indireta, nas mais variadas profissões e de uma forma notória no cotidiano, trazendo a importância do seu estudo e conhecimento (mesmo que de forma prévia) para o alcance de ideias e construções a serem vivenciadas ao longo do processo educacional.

A Geometria ensinada na maioria das escolas brasileiras é a Geometria de Euclides na sua apresentação milenar, excessivamente formas, e no seu aspecto exclusivamente de medida. A Geometria de Euclides foi desenvolvida por ele e por seus continuadores de uma maneira estática. Isto quer dizer que as figuras são apresentadas e descritas como resultados de observação. Só depois é que se consideram as transformações dessas figuras. Se o ensino da Geometria começa a partir das transformações (o que já poderá ser feito na escola primária, através de jogos) a Geometria adquirirá um aspecto dinâmico por que as figuras passarão a ser construídas por meio do uso dessas transformações (Catunda, 1988, p. 11).

A Geometria, na vida do aluno, auxilia a analisar e a sistematizar o conhecimento sobre o que o cerca. Na Geometria Espacial, estudam-se as

figuras no espaço, isto é, aquelas que possuem mais de duas dimensões. Tais figuras recebem o nome de sólidos geométricos ou figuras geométricas espaciais e apresentam três dimensões: altura, largura e profundidade.

A transição da Geometria Plana para a Geometria Espacial, em geral efetuada no final do Ensino Médio, é muitas vezes difícil para o aluno. É fácil entender por que isso ocorre. Como habitantes de um mundo tridimensional, temos grande facilidade para lidar com o mundo bidimensional da Geometria Plana. Modelos concretos para os objetos com que lidamos na Geometria Plana são fáceis de construir e manipular. As superfícies sobre as quais escrevemos ou desenhamos são excelentes modelos para o plano da Geometria e permitem representar com fidelidade retas, polígonos, círculos e demais figuras planas. Ou seja, podemos facilmente concretizar as noções abstratas da Geometria (Carvalho, 1999, p.1).

Cumprе ressaltar que o ensino de Geometria apresenta desafios consideráveis. Há muitos estudantes que têm dificuldade em assimilar conceitos, definições, propriedades e procedimentos de cálculos geométricos, em razão, entre outros fatores, de lacunas na aprendizagem anterior, da pouca familiaridade com diferentes registros de representação e da frágil articulação entre teoria e prática.

(...) a geometria euclidiana era, em geral, ensinada a alunos da faixa etária de 14 a 16 anos. Hoje, essa faixa baixou para 12 a 14 anos. Essa mudança acarreta, certamente, dificuldades para o ensino da geometria por falta de maturidade dos alunos quanto ao aspecto dedutivo que a geometria envolve e é essencial para a sua compreensão (Catunda, 1988, p.12).

Ao utilizar material concreto (até mesmo os recicláveis), aumentam-se as possibilidades de compreensão e assimilação, por meio de demonstrações e de construções sólidas a partir de planificações, do uso de softwares, de práticas com materiais recicláveis e de investigações nos espaços escolares e externos. Esse contato real com definições e propriedades promove a materialização do conhecimento construído em sala de aula, saindo da projeção do abstrato para a realidade do objeto, trazendo sentido a muitos conceitos antes não compreendidos e nem visualizados de forma existencial.

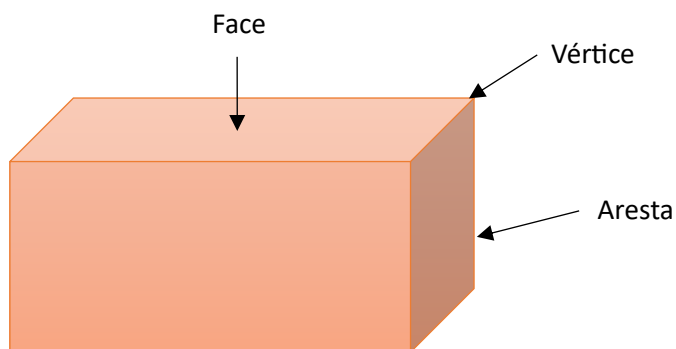
A Geometria Espacial examina as propriedades de figuras que são construídas a partir de certos elementos básicos do *espaço*: *pontos*, *retas* e *planos*. Todos os termos em itálico na sentença anterior são considerados primitivos. Ao invés de tentar defini-los, os caracterizamos por meio de certas propriedades fundamentais, chamadas postulados, que servem de ponto de partida para a teoria a ser desenvolvida. Como é usual, representamos pontos por letras maiúsculas (A, B, C, ...), retas por letras minúsculas (r, s, t, ...) e planos por letras gregas ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ...) (Carvalho, 1999, p. 4).

As figuras espaciais são conhecidas por: pirâmide, cone, esfera, prisma, cubo e paralelepípedo, cilindro, tendo uma rica semelhança com muitos objetos a nossa volta; caixas de presentes, bolas de futebol, cascas de sorvetes, geladeira, cano de PVC, dentre outros.

Elas estão inseridas na terceira dimensão, conhecidas também como 3D e possuem as seguintes propriedades:

- São figuras espaciais contendo: altura, largura e comprimento;
- São figuras classificadas pelo número de faces, que são figuras planas;
- Seus elementos principais são: faces, arestas e vértices;

Figura 10 - Representação de uma figura espacial:



Fonte: Elaboração própria (2025).

## 5.1 Sólidos de Platão

Os sólidos geométricos conhecidos como sólidos de Platão são poliedros regulares cujas faces são polígonos regulares e congruentes, todas as arestas têm o mesmo comprimento e, em cada vértice, incide o mesmo número de faces. São eles: tetraedro, hexaedro (cubo), octaedro, dodecaedro e icosaedro. Todos

são tridimensionais, apresentando altura, largura e profundidade, seguindo propriedades regulares entre eles.

Os poliedros regulares fazem parte do estudo da geometria desde que esse estudo se iniciou. Eles têm uma beleza simétrica que fascinou os homens em todos os tempos. Alguns poliedros regulares eram conhecidos dos antigos egípcios, que os usavam em suas arquiteturas (Eves, 1992, p.58).

Em seus estudos, Platão passou a associar esses sólidos geométricos a elementos da natureza e os utilizou para tentar explicar a criação do universo. Essa comparação decorreu de sua crença de que o universo teria sido ordenado a partir desses elementos, razão pela qual ele e seus seguidores se dedicaram intensamente ao estudo dessas figuras e de suas possíveis funções no espaço e na vida.

Os pitagóricos (c. 500 a.C) provavelmente descobriram três dos cinco poliedros regulares e fizeram deles uma parte importante do estudo da geometria. Os gregos acreditavam que os cinco sólidos correspondiam aos Elementos do Universo – o tetraedro ao fogo, o cubo à terra, o octaedro ao ar, o icosaedro à água e o dodecaedro ao Universo. Pouco depois dos pitagóricos, Platão (c. 350 a.C.) e seus seguidores estudaram esses sólidos com tal intensidade, que eles se tornaram conhecidos como “poliedros de Platão” (Eves, 1992, p. 59)

Para serem considerados sólidos de Platão (ou sólidos platônicos), os poliedros devem satisfazer estas condições:

1. Ser convexos (o segmento que une quaisquer dois pontos do sólido permanece inteiramente em seu interior);
2. Ter todas as faces congruentes e regulares (polígonos regulares idênticos);
3. Ter o mesmo número de faces em cada vértice (a mesma “valência” em todos os vértices).

Em outras palavras, todas as faces têm o mesmo número de arestas e, em cada vértice, incide a mesma quantidade de arestas, o que garante a uniformidade característica desses poliedros classicamente estudados em Geometria.

As considerações atuais sobre os cinco sólidos tendem a ser topológicas, como se pode observar numa definição moderna, ou seja, de que um sólido é um poliedro convexo regular se todas as suas faces são polígonos regulares congruentes entre si, se seus vértices são

convexos e se em cada vértice incide o mesmo número de faces (Eves, 1992, p. 59)

Para serem considerados sólidos de Platão (ou sólidos platônicos), os poliedros devem ser convexos, apresentar todas as faces congruentes e regulares e possuir o mesmo número de faces concorrendo em cada vértice. Como consequência, todas as arestas têm o mesmo comprimento, o que garante a uniformidade característica desses poliedros no estudo da Geometria.

Figura 11 - Sólidos de Platão



Fonte: Oliveira (s.d.).

A busca por poliedros regulares é recorrente, pois seu estudo minucioso oferece propriedades bem estabelecidas e métodos práticos de análise, facilitando o trabalho com ângulos, arestas e simetrias.

Um poliedro é classificado como regular quando todas as suas faces são formadas por um mesmo polígono regular congruente. Nessa condição, arestas e ângulos também são congruentes.

Os sólidos de Platão constituem casos particulares de poliedros regulares. O cubo (hexaedro), por exemplo, possui todas as faces formadas por quadrados congruentes. Entre os cinco sólidos platônicos, três têm faces triangulares (tetraedro, octaedro e icosaedro), um tem faces quadradas (hexaedro) e um tem faces pentagonais (dodecaedro).

Um sólido é um conjunto  $S$  de pontos do espaço satisfazendo as seguintes condições:

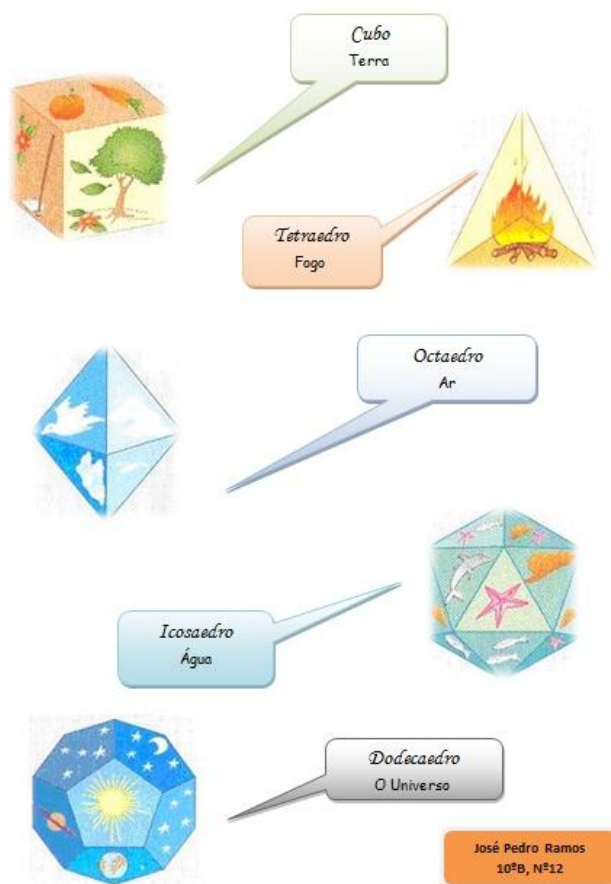
- a)  $S$  é fechado, limitado e tem interior não vazio.
- b) Para todos  $A, B \in S$ , existe uma poligonal  $A_1, A_2, \dots, A_k$  ligando  $A = A_1$  a  $B = A_k$  e contida em  $\text{Int}(S) \cup \{A, B\}$ . (Neto, 2013, p.337).

Platão foi um filósofo e matemático grego que realizou importantes contribuições para a Matemática e, ao tentar compreender o universo, associou certos sólidos a elementos da natureza.

Para ser considerado sólido platônico, o poliedro deve ser regular e convexo. Existem apenas cinco sólidos que satisfazem essa definição: tetraedro, cubo (hexaedro), octaedro, icosaedro e dodecaedro.

A relação proposta entre elementos da natureza e sólidos platônicos é: tetraedro (fogo), hexaedro/cubo (terra), octaedro (ar), icosaedro (água) e dodecaedro (cosmo ou universo).

Figura 12 - Os quatro elementos no contexto dos Sólidos Platônicos



Fonte: Adaptado de Ramos (2011).

Para que um poliedro seja um sólido de Platão, ele deve ser convexo, ter todas as faces regulares e congruentes e apresentar o mesmo número de faces concorrendo em cada vértice. Em outras palavras, a convexidade não se define

pela “mesma quantidade de arestas nas faces”, mas sim pela ausência de reentrâncias, enquanto a regularidade garante a igualdade das faces e a uniformidade nos vértices.

## 5.2 Teorema de EULER

Para se encontrar as características do Poliedro de Platão, pode ser utilizado a fórmula de Euler. Segundo (NETO 2013, p.320), “todo poliedro convexo tem característica de Euler igual a 2”.

Figura 13 - Relação de EULER



Fonte: Adaptado de Koehler (2024).

Os **poliedros eulerianos** são, em geral, considerados os **poliedros convexos**, isto é, aqueles para os quais vale a relação de Euler. Conforme Neto (2013, p. 322), “o Teorema de Euler não é mais válido para poliedros não convexos”. Euler estabeleceu a fórmula que relaciona o número de faces, vértices e arestas de um poliedro convexo.

O suíço Leonhard Euler, que viveu no século XVIII, é até hoje considerado o matemático que mais publicou trabalhos relevantes. Suas contribuições variam, impressionantemente, da Geometria à Combinatória, passando pela Teoria dos Números e Física. Em cada uma dessas áreas do conhecimento há pelo menos um celebrado teorema de Euler (Neto, 2013, p. 147).

Todos os sólidos de Platão satisfazem a relação da fórmula de Euler. Assim, ao analisar  $V - A + F = 2$ , é possível calcular o número de vértices a partir do

número de faces e arestas, ou o número de faces a partir do número de vértices e arestas. Em síntese, conhecendo dois dos elementos, determina-se o terceiro.

Um poliedro convexo é dito regular se as duas condições a seguir forem satisfeitas:

- a) Todas as suas faces forem polígonos regulares com um mesmo número de arestas.
- b) Em cada um de seus vértices incidir um mesmo número de arestas (Neto, 2013, p. 327).

A Geometria Espacial vai além de um inventário de definições e fórmulas e oferece um campo privilegiado para a construção de significados quando o estudante articula diferentes registros de representação ao investigar os Sólidos de Platão.

Da tradição euclidiana à leitura contemporânea dos poliedros regulares, vimos como propriedades como congruência, simetria, paralelismo, área, volume e a própria relação de Euler ( $V - A + F = 2$ ) ganham inteligibilidade quando transitamos entre planificações, modelos físicos, vistas ortogonais, perspectivas e expressões simbólicas, em consonância com a ideia peirceana de semiose e com a TRRS de Duval. Ao integrar manipulação concreta, visualização dinâmica e argumentação verbal/escrita, favorece-se a passagem do “ver” ao “compreender”, consolidando invariantes e promovendo justificações multimodais.

É nesse horizonte que se insere o capítulo seguinte, dedicado à Pesquisa Qualitativa apresentaremos o desenho metodológico que orientará a coleta e a análise dos dados sobre o processo de representação semiótica no estudo dos Sólidos de Platão, detalhando contexto, participantes, instrumentos e procedimentos dos encontros, com vistas à fidedignidade e à interpretação rigorosa das evidências produzidas.

## 6 METODOLOGIA

A respeito da natureza da abordagem da pesquisa e objeto de investigação a ser desenvolvido, a saber do processo de Representação Semiótica e o Estudo dos Sólidos de Platão, as metodologias a serem utilizadas foram de cunho qualitativo e visaram à fidedignidade de dados que estão sendo apresentados, e ocorreram em 6 encontros, sendo realizados nos horários da disciplina de Prática Laboratorial (parte integrante das Disciplinas Diversificadas que compõe o currículo das escolas em tempo integral), no Colégio Estadual Armando Nogueira – CEAN.

Figura 14 - Pesquisa quantitativa e qualitativa



Fonte: Programa TCC (2019).

Metodologicamente, existem diversos tipos de pesquisa científica, entre os quais podem ser citadas a quantitativa, a qualitativa, a dedutiva, a dialética e a pesquisa aplicada, dentre outras.

A pesquisa qualitativa tem como foco principal um nível de realidade que não pode ser quantificado. Não há atribuição exata de valores, pois trabalha com o universo de significados, motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes. Entre suas modalidades, destacam-se o estudo de caso, a etnográfica, a pesquisa-ação, a entrevista e a pesquisa exploratória.

A pesquisa qualitativa examina a compreensão subjetiva das pessoas a respeito da sua vida diária. Embora as diferentes disciplinas das ciências utilizem métodos qualitativos de maneiras levemente distintas, de modo geral, os métodos usados na pesquisa qualitativa incluem

observação direta, entrevistas, análise de textos ou documentos e análise de discurso ou comportamento gravados com o uso de fitas de áudio e vídeo. Os dados coletados por esses métodos podem ser utilizados de modo diverso (por exemplo, tanto a semiótica como a psicoterapia utilizam material gravado em vídeo e áudio, ainda que suas abordagens analíticas sejam distintas), mas existe um foco comum sobre a fala e a ação, em vez de números (Pope, 2009, p.17).

Diferentemente da pesquisa quantitativa, a de cunho qualitativo não se centra em estatísticas, dados numéricos, regras estruturadas ou generalizações; trabalha minuciosamente com descrições, comparações e interpretações. Segundo Minayo (2014, p. 54), “o método tem uma função fundamental: tornar plausível a abordagem da realidade a partir das perguntas feitas pelo investigador”.

A pesquisa qualitativa é fundamental para a compreensão de fenômenos culturais, sociais e individuais, sendo amplamente utilizada para investigar melhorias em diversos âmbitos da sociedade. Além disso, pode complementar a pesquisa quantitativa por meio de ações e levantamentos, contribuindo para o desenho do estudo em termos estruturais e oferecendo uma visão macro de determinado cenário. Em muitos casos, é conduzida preliminarmente à abordagem quantitativa.

A mensuração, na pesquisa qualitativa, está geralmente relacionada com a *taxonomia* ou classificação. A pesquisa qualitativa responde a perguntas como “o que é X, como C varia em circunstâncias diferentes e por quê? Em vez de “qual o tamanho de X ou quantos C existem?” Está relacionada aos significados que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo social e à maneira como as pessoas compreendem este mundo. Tenta, portanto, interpretar os fenômenos sociais (interações, comportamentos etc.) em termo dos sentidos que as pessoas lhe atribuem. (Pope, 2009, P.14)

Características da pesquisa qualitativa no processo de execução:

- Busca compreender o objeto de estudo em sua totalidade, mais do que focalizar conceitos específicos.
- Recria categorias com poucas ideias preconcebidas e valoriza as interpretações dos eventos, mais do que a interpretação prévia do pesquisador.
- Realiza a análise a partir de dados coletados por meio de instrumentos que podem ser formais e estruturados, mas também flexíveis, conforme a natureza do campo.

- Não pretende controlar o contexto da pesquisa; procura construir uma visão abrangente do cenário em sua totalidade.
- Confere ênfase à subjetividade como via para compreender e interpretar experiências, analisando as informações coletadas de forma organizada, criteriosa e, quando cabível, intuitiva.

Observações complementares sobre a abordagem qualitativa:

A abordagem qualitativa prevê que o pesquisador, em diferentes momentos, formule questionamentos, levante hipóteses e confronte suposições do senso comum. Além disso, pode contribuir para a resolução de questões que outras abordagens não conseguem alcançar. Sua relevância manifesta-se especialmente no desenvolvimento de objetos de estudo ainda pouco conhecidos ou em contextos nos quais há escassez de informações e dados.

Um segundo aspecto distinto da pesquisa qualitativa, e um de seus postos-chaves, é que ela estuda as pessoas em seus ambientes naturais em vez de ambientes artificiais ou experimentais. Kirk e Miller definem a pesquisa qualitativa como uma “tradição particular nas ciências sociais que depende fundamentalmente da observação de pessoas em seu próprio território e de interação com elas em sua própria língua, com seus próprios termos” (Pope, 2009, p.14).

Na educação, a pesquisa qualitativa pode ser utilizada em diversas situações do cotidiano escolar, visando compreender o ensino, o processo de aprendizagem, as relações entre alunos e professores, as experiências dentro e fora da escola e o levantamento de problemas inerentes ao contexto escolar. Busca, ainda, compreender como os estudantes aprendem, avaliando os caminhos pelos quais a aprendizagem se dá.

Trabalha predominantemente com a indução, construindo hipóteses a partir da observação e requerendo etapas de reflexão e verificação para alcançar resultados consistentes.

A opção por uma abordagem qualitativa alinhou-se ao próprio objeto deste estudo: a representação semiótica no trabalho com os Sólidos de Platão, pois privilegia significados, raciocínios e modos de dizer/fazer que não se esgotam em medidas numéricas. Assim, os encontros em Prática Laboratorial permitiram

observar, registrar e interpretar processos (e não apenas produtos) de aprendizagem, por meio de diários de campo, entrevistas/relatos, gravações e análise de artefatos dos estudantes (planificações, modelos e resoluções).

Para assegurar rigor, adotou-se a triangulação de fontes e instrumentos, descrição densa do contexto e critérios explícitos de análise, articulando categorias teóricas (tratamentos e conversões entre registros) a categorias emergentes do próprio campo. Com consentimento informado e garantia de confidencialidade, foram produzidas evidências consistentes sobre como os alunos constroem significados pertinentes à aprendizagem usando a Geometria Espacial.

Neste capítulo, constam os procedimentos operacionais do estudo, a caracterização do cenário, os participantes, os instrumentos que foram utilizados, o cronograma e a rotina vivenciada, protocolo de coleta e a análise que orientaram a etapa empírica desta pesquisa.

## 7. FASES DA METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realização desta pesquisa se deu de forma qualitativa, do tipo estudo de caso com análise detalhada de um grupo de alunos que cursam o Ensino Médio, mais especificamente, 2º ano. Para BORBA (2018, p.47) “a pesquisa em Educação, particularmente a pesquisa qualitativa, é uma área em elaboração e, possivelmente, continuará assim”, um próximo contínuo de construção e descoberta.

Como educadores matemáticos, acreditamos em pesquisas que priorizem a compreensão da dinâmica das salas de aula, a investigação de atividades que auxiliem no ensino e na aprendizagem da Matemática, o estudo histórico da evolução dos materiais didáticos para que possamos pensar em possibilidades de atualização e aprimoramento, as possibilidades das Tendências em Educação Matemática, entre outros. Essas questões estão ligadas a uma abordagem qualitativa de pesquisa (Borba, 2018, p.77).

A escola escolhida para o seu desenvolvimento foi a Escola Estadual Armando Nogueira (CEAN), uma escola de Ensino Médio Integral, localizada no Bairro Distrito Industrial, Estrada Dias Martins nº 1494, CEP 69.9001-001, Rio Branco – Acre.

Figura 15 - Escola Estadual Armando Nogueira



Fonte: Acervo da autora (2025).

O primeiro momento na escola foi uma reunião com a gestão e ocorreu no dia 15 de setembro de 2025, às 8h da manhã, com um rico diálogo com o Gestor Marcos Lucas da Silva, ocasiões em que foi exposta a síntese do projeto de pesquisa, os objetivos da proposta a ser desenvolvida, bem como a metodologia e a criação de um produto educacional – objeto final deste trabalho

—, além de deixarmos estabelecido o público-alvo da pesquisa, que foram os alunos de uma turma do 2º ano.

Nesse encontro, ele aceitou que a pesquisa ocorresse dentro da escola, entendendo a importância de estabelecer o fortalecimento da aprendizagem e a ruptura de barreiras educacionais e tecnológicas, deixando marcado para o dia seguinte o diálogo com o professor responsável pela turma, professor Cleilton Figueira Leite, regente das turmas desta série, com a disciplina de Matemática e Práticas Laboratoriais.

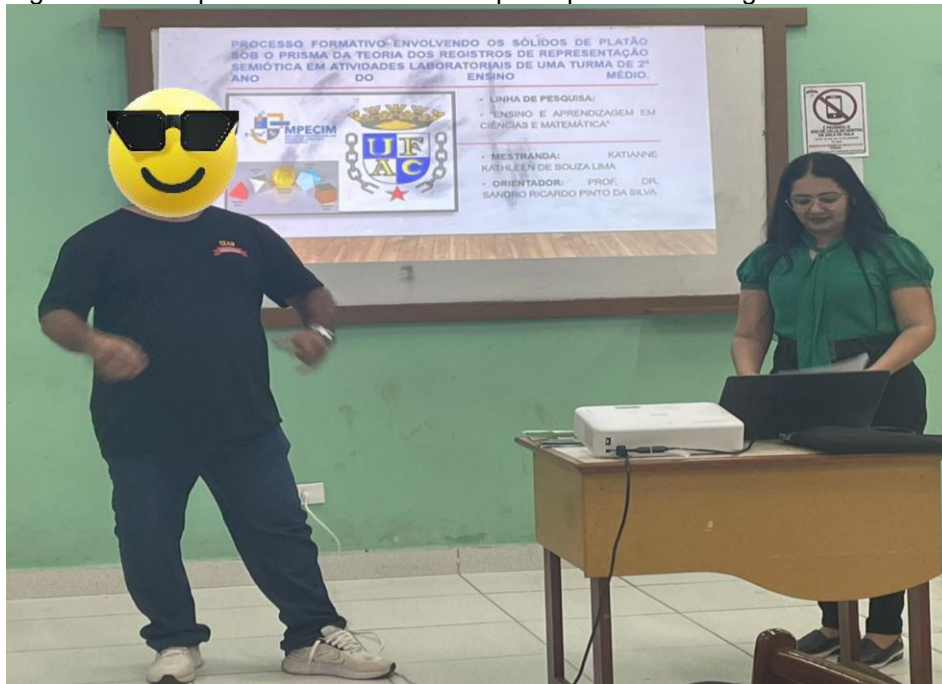
Os alunos, como mencionado, foram os participantes da pesquisa, mais especificamente a turma do 2º C, com um total de 33 alunos matriculados. O professor Cleilton disponibilizou seus horários da disciplina da parte diversificada - Prática Laboratorial -, que ocorrem semanalmente às terças-feiras, no horário das 14h50 às 15h50min, momentos em que aconteceram todas as fases da pesquisa, seguindo sua metodologia planejada e aperfeiçoada ao longo de cada etapa.

### 7.1 1º Encontro

No dia 23 de setembro do referido ano, houve o primeiro momento com os alunos para o início da pesquisa, momento em que conhecemos os alunos, apresentamo-nos, dialogamos com eles, conversamos sobre Geometria Plana, Geometria Espacial, sobre os Sólidos de Platão e sobre os recursos necessários para realização das atividades da pesquisa.

Falou-se ainda, a respeito do objeto de estudo desta pesquisa, as fases de execução e como será a produção final, produção esperada por eles, de fundamental importância para a conclusão do Mestrado Profissional.

Figura 16 - Pesquisadora e Prof. Cleilton participando do diálogo com a turma.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Nesse primeiro diálogo, eles disseram que ainda não conheciam os sólidos geométricos (exceto uma aluna que havia vindo de outra escola e disse já ter iniciado o conteúdo lá) na forma concreta e nem haviam ouvido falar nos Sólidos de Platão, segundo os seus relatos. Nesse momento, o professor da turma informou que era o próximo conteúdo a ser desenvolvido na sala, segundo seu calendário acadêmico.

Foi exposta a temática da pesquisa, a metodologia de cunho qualitativo, utilizando recursos semióticos, bem como direcionada cada etapa que será realizada, expondo toda a provável trajetória esperada através da projeção do slide para debate com a turma e demonstrando como serão os próximos encontros. Em seguida, foi realizada a aplicação de um Questionário como forma de diagnosticar e introduzir conceitos prévios de seus conhecimentos e como estão familiarizados diante da construção do conteúdo a ser desenvolvido.

Figura 17 - Aplicação questionário da turma do 2º C da Esc. Estadual Armando Nogueira



Fonte: Acervo da autora (2025).

Nesse dia foram aplicados 22 questionários e os estudantes ficaram livres para realizar as suas respectivas respostas conforme seus entendimentos e bagagem de conhecimentos. Alguns tiraram algumas dúvidas e foram impulsionados a pensar a respeito do conteúdo relacionando com o seu cotidiano.

Cobb e Steffe (1983) definem, basicamente, experimento de ensino como uma série de encontros com um estudante, ou com uma dupla de estudantes, ou alguns estudantes, por certo período de tempo. No experimento de ensino, o pesquisador deve estar constantemente procurando “ver” suas ações e as do estudante sob o ponto de vista do estudante, o que lhe permite compreender melhor as estratégias que o estudante utiliza (Borba, 2018, p. 42).

As questões contidas no Questionário foram de caráter objetivo e subjetivo (com respostas abertas), de aprendizado “fácil” e “mediano”, sendo aplicado como instrumento norteador apenas para que fosse adentrado ao conteúdo que foi trabalhado nos próximos momentos da pesquisa, e visou introduzir o objeto a ser trabalhado, neste caso, Geometria Espacial e os Sólidos de Platão.

### 7.1.1 Análise de dados do questionário

Análise de dados do Questionário aplicado em 23 de setembro de 2025, na turma do 2º ano “C”, na disciplina de Prática Laboratorial de Matemática no horário das 14h50 às 15h50, na Escola Estadual Armando Nogueira.

### DADOS QUESTÃO 1:

A definição de Geometria é o ramo matemático que estuda as formas, tamanhos, posições relativas e propriedades das figuras no espaço ou no plano. Que elementos ou conceitos você lembra ter estudado em Geometria Plana e em Geometria Espacial?

NOME:	RESPOSTAS:
D. K. M. A	O quadrado, o retângulo, etc...
E. G. O.	Quadrado
E. M. Z.	Geometria Plana estuda figuras que existem em um plano, ou seja, tem apenas duas dimensões (comprimento e largura), como: triângulo, retângulo e círculos. A geometria Espacial, estuda os sólidos geométricos, figuras tridimensionais, que possuem comprimento, largura e altura, ocupando um volume no espaço.
E. C. T. S.	As formas geométricas.
E. V. C. M.	As formas geométricas, área, perímetro.
F. E. B. M.	Quadra, triângulo etc.
G. N. S. R.	Estuda os espaços e planos, incluindo formas, tamanhos e posição. Geometria espacial estuda os sólidos.
I. V. H. M.	Triângulo, retângulo e outras formas geométricas.
J. V. A. S.	Eu aprendi sobre as formas geométricas.
K. F. B.	As formas geométricas.
L. F. A. B.	Cálculo do perímetro, área, lado, largura, entre outros.
L. A. D.	Cálculos de áreas, perímetros, comprimentos, triângulos, cubos, prismas e cones.
L. C. O. B.	Polígonos, formas geométricas, cálculo do perímetro e área.
L. G. C. S.	Cálculo, área, comprimento e largura, as formas geométricas.
M. C. V. S.	Pirâmides, cálculos de área e perímetro.
M. E. B. S.	Que a geometria plana tem largura e comprimento e tem que ter lados iguais.

<b>M. S. S.</b>	Triângulos, retângulos, formas geométricas.
<b>N. S. U.</b>	O cubo, o paralelepípedo, cilindro, esfera, cone.
<b>R. V. N. C.</b>	Cone, esfera, paralelepípedo.
<b>S. C. L.</b>	Área, Comprimento, espaço...
<b>S. M. A. S.</b>	Formas geométricas.
<b>Y. O. S.</b>	Me lembro de ter estudado geometria espacial, tem cálculos, perímetros e tamanhos.

Nessa questão, verifica-se que de alguma forma os alunos relacionam conceitos de geometria no contexto geral, algumas vezes não distinguindo uma da outra, porém, trazendo ao seu entendimento a relação visível aos seus olhos e conhecimento. Para Duval (2009, p.58), esse processo é também conhecido como conversão, “Converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro”.

#### **DADOS QUESTÃO 2:**

Segundo seu entendimento, como poderia definir a importância do estudo da Geometria e suas aplicações no cotidiano escolar e fora dele?

<b>NOME:</b>	<b>RESPOSTAS:</b>
<b>D. K. M. A</b>	É importante aprender essa geometria por é importante.
<b>E. G. O.</b>	É importante na arquitetura e outros.
<b>E. M. Z.</b>	Ajuda na compreensão do mundo, desenvolve o raciocínio lógico e proporciona um melhor entendimento de outras áreas do conhecimento.
<b>E. C. T. S.</b>	Desenvolve a sua capacidade e raciocínio.
<b>E. V. C. M.</b>	Para desenvolver o raciocínio como no raciocínio.
<b>F. E. B. M.</b>	Ela é importante na arte, engenharia e entre outras. A geometria foi necessária para construir ambiente escolar e cotidiano.
<b>G. N. S. R.</b>	Ajuda a compreender o espaço, incluindo posição e tamanho.
<b>I. V. H. M.</b>	De cargo muito importante, pois tudo tem geometria.
<b>J. V. A. S.</b>	Eu aprendi sobre as formas geométricas.
<b>K. F. B.</b>	E bom pro desenvolvimento do ser humano.

<b>L. F. A. B.</b>	Eu tenho uma percepção melhor dos objetos com formas.
<b>L. A. D.</b>	É muito importante, pois existe geometria em absolutamente tudo.
<b>L. C. O. B.</b>	A geometria se mostra importante principalmente na construção e planejamento de monumentos, casas e entre outros objetos.
<b>L. G. C. S.</b>	Para o futuro desenvolvendo o raciocínio lógico.
<b>M. C. V. S.</b>	Todo objeto tem uma forma.
<b>M. E. B. S.</b>	Caso você queira ser engenheira pode ser importante para a montagem de uma casa.
<b>M. S. S.</b>	É muito importante para a matemática, engenharia e a arquitetura em alguns meios de arte também.
<b>N. S. U.</b>	As formas estão nos nossos dias em quase tudo e é importante entender sobre elas.
<b>R. V. N. C.</b>	Para entender as formas.
<b>S. C. L.</b>	Numa planta de sua casa. Querendo saber as medidas de um lugar.
<b>S. M. A. S.</b>	É de relevante importância levar o conhecimento sobre tal assunto para a sala de aula com exemplos e definições, pois serve para enriquecer o conhecimento de todos.
<b>Y. O. S.</b>	É importante porque a geometria está em todo o mundo no cotidiano nas escolas enfim em todo o lugar.

Observou-se que em sua grande maioria de discussão e debate no tocante à importância do estudo da Geometria, o fator relacionado evidencia o seu uso no cotidiano, bem como em áreas específicas de formação, como, por exemplo: o aluno **F. E. B. M.** relatou a utilização em engenharia e outras áreas. Já **I. V. H. M.**, trouxe uma boa reflexão ao notar que geometria está por toda parte. Outros, trouxeram a ênfase que para a construção de obras, casas, monumentos, a geometria é de suma importância. Segundo DUVAL (2009,p.37), é muito comum haver diferentes tipos de concepções e representação de determinado objeto. “Tais registros constituem os graus de liberdade de que um sujeito pode dispor para objetivar a si próprio uma ideia ainda confusa, um sentimento latente, para explorar informações ou simplesmente poder comunicá-las a um interlocutor”.

**DADOS QUESTÃO 3:**

A Geometria \_\_\_\_\_ estuda figuras nas seguintes dimensões: largura e comprimento.

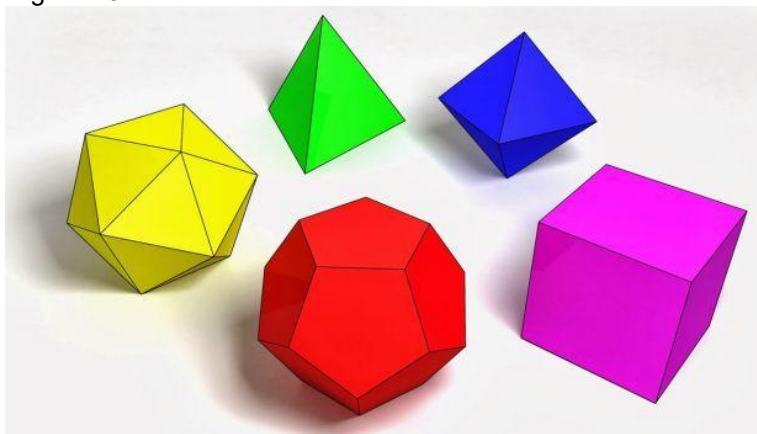
NOME:	RESPOSTAS:
D. K. M. A	Plana
E. G. O.	Plana
E. M. Z.	Plana
E. C. T. S.	Plana
E. V. C. M.	Plana
F. E. B. M.	Plana
G. N. S. R.	Plana
I. V. H. M.	Plana
J. V. A. S.	Plano
K. F. B.	Plana
L. F. A. B.	Plana
L. A. D.	Plana
L. C. O. B.	Plana
L. G. C. S.	Plana
M. C. V. S.	Plana
M. E. B. S.	Plana
M. S. S.	Plano
N. S. U.	Espacial
R. V. N. C.	Espacial
S. C. L.	Plana
S. M. A. S.	Plana
Y. O. S.	Plana e espacial

Nesse ponto, observou-se que há uma familiaridade intensa com a Geometria Plana, com uma margem de ressignificação pequena diante do contexto, o que torna válido a representação materna ou linguagem natural, sendo evidenciada pela constante insistência da construção da relação com a Geometria Plana, nesse contexto gerado.

**DADOS QUESTÃO 4:**

Analisando as figuras abaixo, como você as define? Sabe quantas dimensões possuem? Cite-as.

Figura 18 - Sólidos de Platão



Fonte: Adaptado de IPED (s.d.).

NOME:	RESPOSTAS:
D. K. M. A	Quadrado, retângulo etc.
E. G. O.	3 dimensões
E. M. Z.	Tetraedro (4 faces triangulares), Cubo ou Hexaedro (6 faces quadradas), Octaedro (8 faces triangulares), Dodecaedro (12 faces pentagonais), Icosaedro (20 faces triangulares).
E. C. T. S.	Tridimensionais
E. V. C. M.	São tridimensionais.
F. E. B. M.	3 dimensões.
G. N. S. R.	Vejo sólidos e figuras bidimensionais.
I. V. H. M.	Geometria espacial com três dimensões, largura, comprimento e volume.
J. V. A. S.	Tridimensionais.
K. F. B.	São tridimensionais.
L. F. A. B.	Elas são figuras da geometria espacial com largura, volume e comprimento.
L. A. D.	Figuras de geometria espacial com três dimensões! Largura, comprimento e volume.
L. C. O. B.	São polígonos que possuem três dimensões: altura, largura e volume.
L. G. C. S.	Polígonos tridimensionais.
M. C. V. S.	Figuras de geometria espacial, com três dimensões: largura, volume e comprimento.
M. E. B. S.	Tridimensional.
M. S. S.	Eu as defino como pertencentes da geometria espacial e todas na imagem na 3ª dimensão uma vez que tem altura, volume e profundidade.

<b>N. S. U.</b>	Octaedro, Pirâmide, Octaedro.
<b>R. V. N. C.</b>	Pirâmide, Cubo, Octaedro, icosaedro.
<b>S. C. L.</b>	Vejo sólidos e figuras bidimensionais.
<b>S. M. A. S.</b>	São figuras geométricas. A dimensão não sei informar.
<b>Y. O. S.</b>	Triângulo.

Em observância aos relatos, verifica-se que embora o diálogo inicial tenha sido “contrário” ao se questionar a respeito dos estudos dos sólidos, muitos estão conscientes na separação entre Geometria Plana e Espacial, principalmente no tocante às dimensões de cada uma, sendo relevante para o conhecimento e diferenciação das figuras e sólidos existentes.

#### **DADOS QUESTÃO 5:**

Dentro da Geometria, articulado por diversas pesquisas e levantamentos, temos os Sólidos de Platão. Você já conhece esses sólidos???

Sim (        )

Não (        )

Se sua resposta, foi sim. Que legal. Indique um objeto do seu cotidiano que contenha a forma de um desses sólidos.

<b>NOME:</b>	<b>RESPOSTAS:</b>
<b>D. K. M. A</b>	Não. Nunca estudei isso.
<b>E. G. O.</b>	Não.
<b>E. M. Z.</b>	Sim. Um cubo, meu estojo escolar.
<b>E. C. T. S.</b>	Não.
<b>E. V. C. M.</b>	Não.
<b>F. E. B. M.</b>	Não.
<b>G. N. S. R.</b>	Não.
<b>I. V. H. M.</b>	Não. Uma caixa de leite.
<b>J. V. A. S.</b>	Não.
<b>K. F. B.</b>	Não.
<b>L. F. A. B.</b>	Sim. Uma caixa tem uma forma de quadrado.
<b>L. A. D.</b>	Sim. Garrafa de água.
<b>L. C. O. B.</b>	Não.
<b>L. G. C. S.</b>	Não.
<b>M. C. V. S.</b>	Sim. Casa, quadrado.
<b>M. E. B. S.</b>	Sim. A sala de aula ela é quadrada e faz parte da geometria plana.

<b>M. S. S.</b>	Sim. Caixa de sapatos.
<b>N. S. U.</b>	Sim. Minha mesa.
<b>R. V. N. C.</b>	Sim. Fogão.
<b>S. C. L.</b>	Não.
<b>S. M. A. S.</b>	Sim. Meu celular, tablet são exemplos de retângulos.
<b>Y. O. S.</b>	Não.

Nota-se, ao longo desse Questionário, que representações registradas mentalmente e externamente, são de naturezas distintas em alguns momentos, como é o caso do aluno **I. V. H. M.**, que diante da indagação tem uma resposta em que é observado o entendimento da representação por objeto, porém não relacionada à linguagem natural ao dizer que não ouviu falar dos Sólidos de Platão, porém respondeu de forma consciente que uma caixa de leite é um exemplo de sólido, o que torna real, por ser observado sua forma e propriedades, é considerada um sólido, embora possa não ser necessariamente um Sólido de Platão, visto que para ser definido como tal, suas faces precisam ser todas iguais, o que também não se torna errado, já que não foi mencionado que formato seria essa caixa de leite, mas, se sabe que será uma caixa que comporta um volume em seu interior.

#### **DADOS QUESTÃO 6:**

Sabendo que na Geometria temos as Figuras e os Sólidos, de que forma você poderia definir cada, segundo as suas características?

<b>NOME:</b>	<b>RESPOSTAS:</b>
<b>D. K. M. A</b>	Não sei como definir isso.
<b>E. G. O.</b>	
<b>E. M. Z.</b>	Característica (não tem volume). Só medimos a área e perímetro.
<b>E. C. T. S.</b>	Uma delas tem duas dimensões e a outra 3.
<b>E. V. C. M.</b>	Cada um tem sua quantidade diferentes de dimensão.
<b>F. E. B. M.</b>	
<b>G. N. S. R.</b>	Não sei.
<b>I. V. H. M.</b>	Cada figura possui suas características e não me recordo de memória.
<b>J. V. A. S.</b>	Elas têm faces diferentes.

<b>K. F. B.</b>	Cada uma tem sua quantidade diferente.
<b>L. F. A. B.</b>	A diferença é que a figura tem largura e comprimento já os sólidos têm esses dois e o volume.
<b>L. A. D.</b>	Sólidos precisam de uma base, já as figuras, só precisam ter uma forma.
<b>L. C. O. B.</b>	Figuras possuem 2 dimensões, sendo altura e largura e sólidos contêm 3, sendo elas altura, largura e volume.
<b>L. G. C. S.</b>	Uma tem duas dimensões e a outra tem três.
<b>M. C. V. S.</b>	Figuras planas: comprimento e largura. Sólidos: volume, largura e comprimento.
<b>M. E. B. S.</b>	Tem duas dimensões.
<b>M. S. S.</b>	Os planos possuem apenas duas dimensões sendo a altura e largura sem a profundidade e os espaciais tem três dimensões adicionando a profundidade.
<b>N. S. U.</b>	Sólido: tridimensional Figura: bidimensional
<b>R. V. N. C.</b>	Sólidos tem 3 dimensões.
<b>S. C. L.</b>	Algumas figuras são bi e outras são tridimensionais.
<b>S. M. A. S.</b>	Acredito que as figuras têm 2 dimensões e os sólidos 3.
<b>Y. O. S.</b>	É um ramo matemático que estuda formas e tamanhos.

Observou-se, nesse contexto entre relacionar as figuras e os sólidos que, em suma, a diferenciação comum entre eles é no tocante às dimensões, como forma de identificar cada um ou mesmo de relacionar de forma concreta e abstrata. Para Duval (2009), esse processo se chama “tratamento”, ou seja, transformar a representação interna de um registro, como a representação escrita da figura ou língua natural e sua representação simbólica, substituindo expressões dadas em figuras representadas, expandindo a informação discursiva para idealista.

A matemática é observativa na medida em que monta construções na imaginação de acordo com preceitos abstratos, passando, então a observar esses objetos imaginários para neles encontrar relações entre partes que não estavam especificadas no preceito da construção (Santaella, 2012, p. 24)

## 7.2 2º Encontro

Em 30 de setembro de 2025, ocorreu o segundo encontro na Escola Armando Nogueira, com a turma do 2º C, no mesmo horário da Prática

Laboratorial. Neste dia o professor não estava presente, pois estava participando de uma formação e já havia sido combinado esse encontro com a turma, sendo possível a participação dos estudantes mesmo na sua ausência.

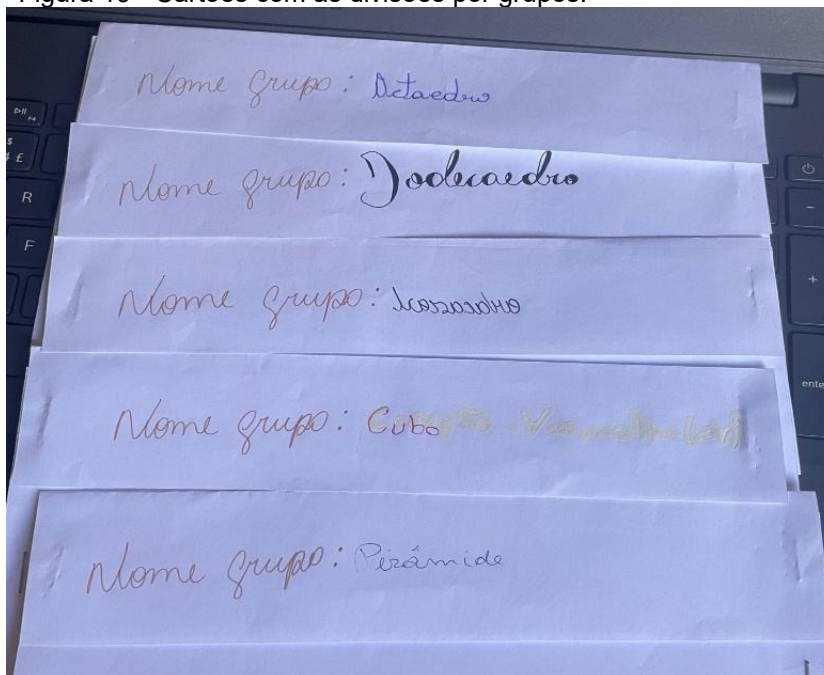
Nesse dia, a líder que representa a turma, auxiliou em todo processo, contribuiu com os registros fotográficos, divisão dos grupos, montagem do equipamento tecnológico e participou da atividade em seu grupo.

Inicialmente, pegou-se o datashow que havia sido reservado pelo professor Cleiton, na Coordenação da escola, para uso da pesquisa. Nesse momento, iniciou-se um debate a respeito do conteúdo (Sólidos de Platão) e a turma informou que já haviam iniciado o conteúdo de Geometria Espacial na semana anterior, em sala, compondo o descritor previsto na BNCC, então eles estavam conhecendo mais a respeito das definições, propriedades e características, tornando mais atrativa a realização da atividade que foi desenvolvida, neste caso, o Quiz pelo software Kahoo, gerado pela autora da pesquisa, disponibilizado pelo site de forma gratuita.

Para início dessa atividade, foi realizada a divisão da turma da seguinte forma:

- ✚ Foram produzidos 5 cartões com “enigmas” e entregues aos grupos (perguntas em anexo) para eles desvendarem. Cada enigma desvendado representou o nome correspondente ao grupo relacionado e ao Sólido de Platão como demonstrado na figura 19.
- ✚ Após identificarem a descrição do sólido, o grupo preencheu os componentes e devolveu os cartões. Cada aluno assinou seu nome, confirmando o desejo de participação nesse processo.
- ✚ Foi acordado, nesse momento, que os encontros seriam desenvolvidos semanalmente pelos mesmos grupos, para que cada um pudesse se aprofundar num sólido específico, compondo o processo de registros de representação semiótica e as fases de conversão e tratamento.

Figura 19 - Cartões com as divisões por grupos.



Fonte: Elaboração da autora (2025).

Em seguida, cada grupo preencheu seu enigma e escreveu o nome da equipe e seus componentes (alunos) representando cada sólido de Platão, ou seja, foram divididos 5 sólidos em 5 grupos, totalizando 25 estudantes (quantidade presente na aula nesse dia), cada grupo representa um sólido platônico.

Após a divisão, foi apresentado para eles o software Kahoot, no qual se cria Quiz de perguntas e respostas (ferramenta tecnológica de grande aprendizagem), para debate e discussão a respeito dos sólidos de Platão e outros conteúdos afins. Cada grupo ficou representado por um sólido, como já mencionado.

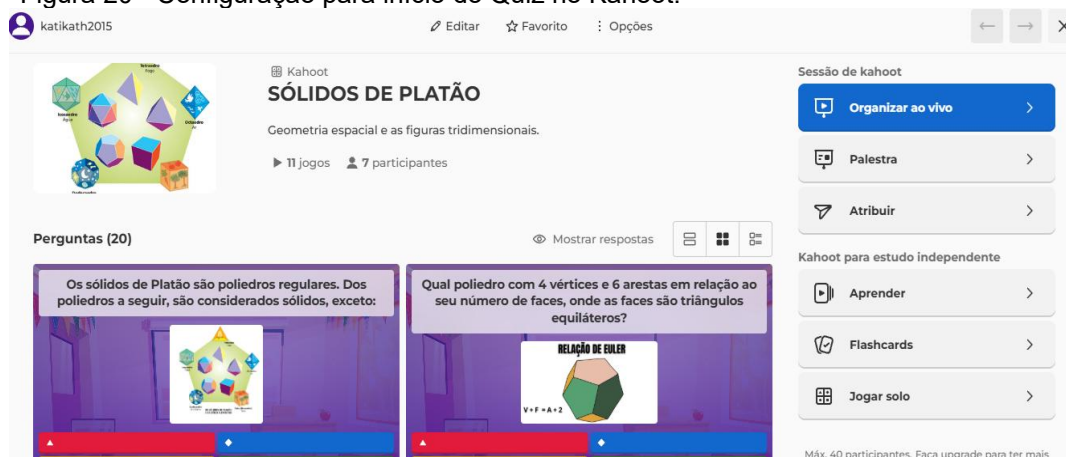
Para iniciar a dinâmica e para ter acesso ao aplicativo, fez-se necessária a criação de um código chamado Pin ou um QRcode (Figura 21) para que fizessem a leitura com o uso do celular ou tablet. Após entrarem pelo QRCode, eles fizeram uma espécie de “cadastro” já dentro do Quiz, inserindo o nome do grupo (que são as nomenclaturas dos sólidos) e seus respectivos componentes representando cada equipe.

O software disponibilizado é de interação entre os grupos, ou de forma individual, para aprendizagens e jogos, com questões de múltiplas escolhas relacionadas à Geometria e aos Sólidos de Platão, e conforme vão sendo respondidas as questões, ele tem classificação de pódio e classificação por pontuação para os “vencedores” do jogo, tendo como um dos critérios estabelecidos pelo próprio sistema, não apenas acertos contabilizados, mas dinamismo no ato de responder mais rapidamente cada questão e com menor precisão de tempo.

A forma de organização do Quiz é realizada online e ao vivo, projetada em uma única tela para todos os participantes. Ao configurar, foi escolhida a opção Modo de Equipe. Nessa formatação, as equipes trabalham em grupo e só é permitido acesso ao jogo em um único dispositivo por equipe, seja smartphone, tablet, computador, dentre outros.

Vale ressaltar ainda, que para essa “modalidade do jogo”, a disputa por equipes, a capacidade máxima de praticantes são quarenta integrantes, podendo ser distribuídos em vários grupos. Nesse dia, a participação na turma foi de 24 alunos presentes em sala de aula, subdivididos em 5 grupos.

Figura 20 - Configuração para início do Quiz no Kahoot.

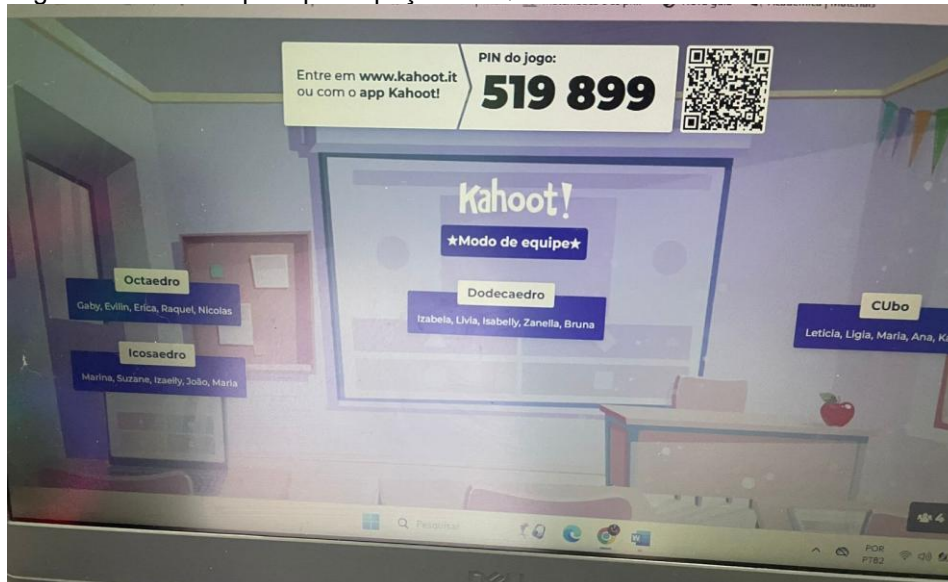


Fonte: Adaptado de KAHOOT! (captura de tela, 2025).

Após esse momento, foi disponibilizado o acesso a todos os participantes para entrarem, ocorrida via QRcode ou também puderam ser incluídos pelo código Pin disponibilizado pelo próprio software para os participantes. Conforme

as equipes vão entrando no sistema e se identificando tanto quanto grupo, como quanto equipe, na tela visível foram sendo expostos todos os participantes, como demonstrado na figura abaixo.

Figura 21 - Acesso para participação do Quiz via Kahoot.



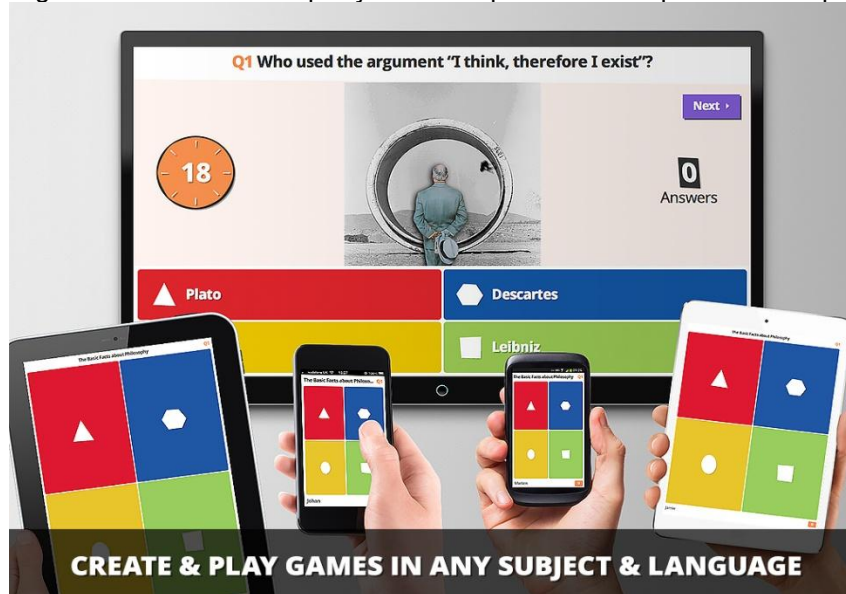
Fonte: Adaptado de KAHOOT! (captura de tela, 2025).

Após todos os grupos terem se inserido no Kahoot, com suas respectivas equipes, foi dado início ao Quiz, gerando um momento de interação e competitividade entre a turma.

O aplicativo funcionou da seguinte forma: ele mostrou a pergunta sem alternativas de resolução, disponibilizou um tempo cronometrado para as equipes conversarem a respeito das possíveis respostas, em seguida ele disponibilizou na tela projetada as opções de respostas e no celular dos alunos o controle comendo as referências de respostas, identificadas por cores e figuras respectivamente às disponibilizadas na transmissão, então eles apertavam na sua resposta com as alternativas e logo eram visualizadas na tela.

O jogo foi configurado com tempo de 30s a 1min para resolução de cada questão, o que contribuiu com a interação entre a equipe, sendo debatidas as possíveis resoluções.

Figura 22 - Formato de aparição das respostas nos dispositivos dos participantes.



Fonte: Adaptado de TAMIR (2015).

Conforme as perguntas foram sendo respondidas e as respostas sendo acertadas (ou não), vai havendo um acréscimo na pontuação. A cada resposta correta há uma pontuação, e quanto mais rápido responder maior ainda essa pontuação pode chegar, proporcionando uma discussão fervorosa entre os grupos e o desenvolver do raciocínio em curto prazo de tempo.

As questões iniciaram e a turma esteve bem motivada e empenhada no tocante às resoluções, porém, quando chegou na metade das questões, os celulares começaram a travar devido ao baixo sinal de conexão, então alguns perderam a conexão com a internet, enquanto outros ainda estavam conseguindo responder e finalizar. Na oitava questão do Quiz, a maioria dos celulares não estavam mais conseguindo conexão, e logo em seguida também caiu a conexão do transmissor, no caso, o notebook que estava sendo utilizado via datashow para projeção do Quiz.

A turma tentou ainda retomar à conexão e reiniciar o Quiz, mas não foi mais possível, pois nem a internet que estava sendo roteada (pelo telefone da autora da pesquisa) para o computador funcionou e nem mesmo a dos estudantes também não voltou mais, assim foi interrompido o Quiz e deixado combinado uma outra tentativa para a próxima aula, quando então seria utilizado

ou o laboratório de informática da escola ou o auditório, onde há uma melhor rede Wi-Fi, já que na sala de aula o mesmo sinal na escola não tem alcance.

Nesse contexto, percebem-se os desafios diários por parte de professores e até mesmo dos alunos e todo corpo escolar no tocante à falta de uma boa conexão de internet, visto que o acesso à mesma e a disponibilidade com alta velocidade, que é incluída expressamente segundo a Lei de Diretrizes e Bases Curricular (LDB) nº 9.394/96, é uma garantia quanto à conectividade em todas as instituições públicas de ensino e que não tem ocorrido conforme estabelecido e garantido por lei, cabendo ao professor, em alguns momentos, repensar o planejamento e a criação de novas possibilidades.

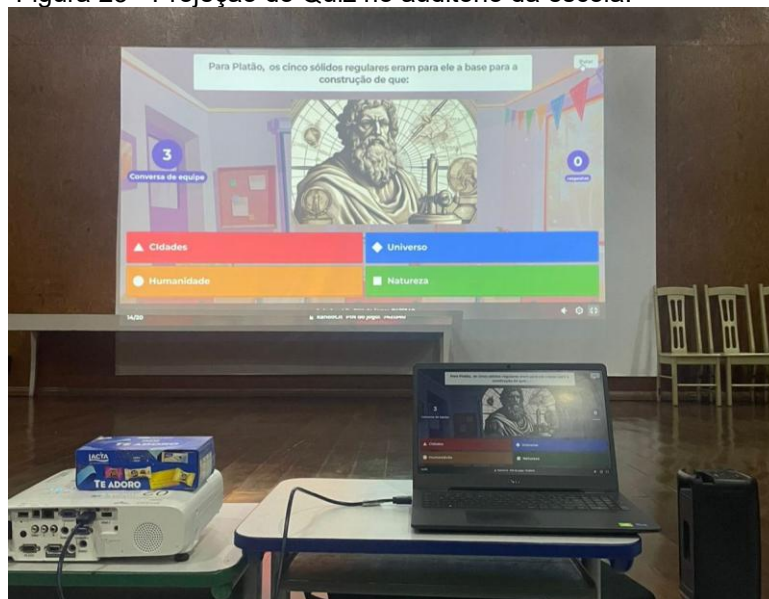
### 7.33º Encontro

O terceiro encontro ocorreu no dia 13 de outubro de 2025, havendo um intervalo de duas semanas entre o último encontro e este, em virtude de que na semana anterior não foi possível realizar a pesquisa na escola, visto que as turmas dos 2<sup>os</sup> anos estavam em semana de realização de simulados pelo turno da manhã e estavam sendo liberadas no período da tarde.

Nesse encontro, foi refeito o Quiz (com novas perguntas e suas respectivas respostas) iniciado no encontro anterior, e que por motivos de instrumentos físicos e tecnológicos não foi possível a conclusão, pois na escola estava havendo uma formação a um grupo de professores, realizada pela Secretaria de Estado e Educação - SEE, os espaços de laboratórios e auditório estavam sendo utilizados, pois o sinal de internet é melhor, proporcionando uma melhor conectividade e desempenho positiva nas atividades online. Há que se considerar também que a primeira tentativa, realizada em sala de aula, não obteve resultados tão esperados devido ao pouco acesso a esta conectividade para o uso do recurso.

Essa aula ocorreu no auditório da escola, local onde há melhor conexão via Wi-Fi e internet disponível para todos acessarem, inclusive datashow e um bom espaço para ser feita a projeção, tornando melhor o ambiente para visualização e divisão dos grupos.

Figura 23 - Projeção do Quiz no auditório da escola.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Iniciou-se agrupando a divisão dos grupos que foram feitos no encontro anterior, ocasião em que cada um recebeu o seu sólido geométrico, que representa o nome do seu grupo (este foi utilizado até o fim da pesquisa para análise de dados). Em seguida, foi gerado QRCode para iniciar o Quiz entre todos os grupos disponível na tela da projeção.

Figura 24 - QRcode disponibilizado para acesso ao Quiz.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Após todos terem acessado e se conectado ao software, incluído o nome do grupo e os seus participantes, foi dado Start ao Quiz com 20 questões de múltiplas escolhas de níveis baixo, médio e alto (quantificados pelo aplicativo), conforme os debates já realizados juntamente com professor regente em seus horários de aula, como já mencionado. Nesse momento, eles já deram início ao

estudo dos sólidos no conteúdo da Base Nacional Comum – BNCC, o que tornou mais participativa e dinâmica da segunda tentativa de aplicação do Quiz.

Figura 25 - Alunos resolvendo as questões no Kahoot com seus grupos.



Fonte: Acervo da autora (2025).

O Quiz trouxe um debate a respeito dos sólidos de Platão, a Geometria Espacial, a Geometria Plana e o Teorema de Euler, de forma simples e instigadora para que eles pudessem debater entre si estratégias de respostas mais coerentes, segundo seus próprios conhecimentos em conformidade com a coerência de respostas do Quiz. Nessa oportunidade, os alunos conheceram mais propriedades das figuras tridimensionais, em especial os Sólidos de Platão, suas formas, nomenclaturas e relação com o cotidiano.

Durante a realização, a turma ficou bastante concentrada em responder às questões, e os grupos ficaram espalhados pelo auditório o que tornou o espaço muito favorável, deixando os grupos bem distanciados uns dos outros, com privacidade nos debates em equipe.

Nota-se que atividades dessa natureza atraem a atenção e o foco deles, pois torna familiar o uso da tecnologia e da representação visual, já que a atual geração tem evoluído de forma significativa, bem como os meios tecnológicos. Para Duval (2009, p.46) “as representações computacionais são todas aquelas cujos significantes, de natureza homogênea, não requerem visão de objeto”.

Foi observado nesse momento, que em algumas questões envolvendo a planificação dos sólidos de Platão, eles ainda têm dificuldade de reconhecer qual o seu sólido e qual a sua respectiva planificação, e em algumas delas trazendo a visão ótica, tornando mais complexo para eles a significação.

Nessas questões, os alunos obtiveram a maior probabilidade de “erros”, levando em consideração que cada grupo teria por nome um sólido, que estariam conhecendo as suas características, propriedades e formas próprias.

O método empregado para o estudo das representações mentais era essencialmente um método de conversa, no qual o que pode aparecer como um erro é considerado como o indício de uma outra visão das coisas ou de uma outra forma lógica. (DUVAL, 2009, p.30).

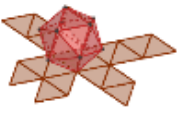
Figura 26 - Questão com menor acerto no Quiz.

**Perguntas difíceis (8)** ?

---

19 - Quiz

**A figura abaixo está planificada em quais aspectos?**



○ 0% correto

ⓘ Média 13.63 seg









Fonte: Acervo da autora (2025).

Na figura acima, por exemplo, na questão referida não houve nenhum acerto conforme respostas sugeridas. Todos os grupos escolheram outras opções de respostas, apesar de a questão estabelecer a relação entre o plano e o espaço, sendo respectivamente, plana e espacial a sugestão para resolução, porém, eles analisaram apenas um contexto e a representação da figura.

Analisando o relatório disponibilizado pelo software (completo em ANEXOS), a maior parte das respostas incorretas, segundo os conceitos, propriedades e representações, foram as questões que havia a necessidade de

estabelecer conexões abstratas entre o plano e o espaço e situar suas formas e posições. Abaixo seguem as perguntas consideradas “difíceis” pelo aplicativo, considerando o número de acertos em relação às demais.

Figura 27 - Questões Quiz.

Todos (20)		Perguntas difíceis (8)		Pesquisar	
Pergunta	Tipo	Correto/Incorreto			
19	A figura abaixo está planificada em quais aspectos?	Quiz		0%	
17	Um poliedro pode ser classificado como convexo ou côncavo, dependendo do seu fo...	Quiz		17%	
18	Um garimpeiro encontrou uma pedra preciosa e possui o formato abaixo . Qual a so...	Quiz		17%	
14	Para Platão, os cinco sólidos regulares eram para ele a base para a construção de qu...	Quiz		17%	
8	Qual sólido de Platão pode ser construído a partir da planificação de 12 pentágonos ...	Quiz		33%	
2	Qual poliedro com 4 vértices e 6 arestas em relação ao seu número de faces, onde a...	Quiz		33%	
15	O sólido abaixo tem suas faces, arestas e vértices segundo as propriedade de Platão....	Quiz		33%	
16	Um poliedro convexo possui 20 faces e 12 vértices, então o número de arestas desse ...	Quiz		33%	

Fonte: Acervo da autora (2025).

Ao final, o grupo que teve o maior rendimento em acertos das questões e que recebeu o pódio dentro do software Kahhot (o aplicativo mesmo gera a pontuação) foi o grupo denominado Octaedro, com os seguintes participantes: E. G. O., J.V.A.G., M. E. B., M. S. S, S. M. A. S., Y. O. S. A disputa foi bem acirrada, pois ora um grupo estava no pódio, ora outro grupo ia sendo alternado conforme iam respondendo cada questão, mas ao fim das 20 questões, o grupo que teve o maior rendimento de respostas acertadas foi o grupo do Icosaedro.

Figura 28 - Grupo com melhor pontuação no Quiz.



Fonte: Acervo da autora (2025).

A premiação para este grupo foi simbólica e sem caráter classificatório – uma caixa de chocolate para ser dividido entre todos –, apenas como uma recompensa pelo bom desempenho, levando em consideração que todos participaram e todos aprenderam de alguma forma, pois o conhecimento é gerado com visões diferentes, que se complementam e se aperfeiçoam concomitantemente.

A turma gostou bastante do Quiz dinâmico, organizado no software de Quiz por equipes. Foi utilizado apenas um telefone por grupo, sendo possível revisar o conteúdo, agregar novos conhecimentos e até inserir debates novos a respeito dos sólidos, e ainda foi possível, visualizar como eles se comportam tanto na segunda dimensão, quanto na terceira dimensão formando os sólidos ou sendo planejados, nesse caso, de forma tecnológica.

Além do mais, o professor Cleilton estava presente nesta aula e trouxe contribuição para a turma. Ele comentou não ter conhecimento a respeito do aplicativo e ficou bastante interessado em aprender para utilizar em outras aulas, ou em outros momentos com seus alunos, para revisão de provas, para inserir

de forma prévia novos conteúdos, para a realização de aulas mais dinâmicas e com engajamento tecnológico.

Por fim, encerramos mais um encontro deixando acertado que o próximo encontro nós trabalharíamos o software GeoGebra, realizando dentro dele a construção de sólidos geométricos bem como observando como se comporta a planificação de cada um. Esse encontro foi realizado dentro do laboratório de informática e deu continuidade com os mesmos grupos que já haviam sido formados.

#### 7.44º Encontro

Em 21 de outubro, ocorreu mais um encontro desta fase da pesquisa. Agora com a utilização do aplicativo GeoGebra como recurso tecnológico e gerador de interação e conhecimento, com o objetivo de construir os sólidos de Platão bem como sua planificação e sua rotação dentro do software, na ferramenta 3D, por meio do plano cartesiano e configurações e propriedades dessas figuras. Para BORBA (2018), o GeoGebra é o software mais utilizado no Ensino da Matemática, ainda que professores possam não ter utilizado, no geral, ele está no topo do mecanismo conhecido por muitos.

Esse encontro ocorreu no laboratório de informática, sendo utilizados os computadores que a escola possui, com conexão à internet, teclados e mouse disponíveis para os alunos.

Enquanto o professor Cleilton foi buscar os alunos para o laboratório, já foram sendo ligados e inicializados os computadores e navegação no site do GeoGebra Classic, deixando as páginas abertas em todos eles. Assim, quando os alunos chegaram, os computadores já estavam inicializados e a maioria com o GeoGebra aberto, prontos para iniciarem os trabalhos.

Vale ressaltar que o adiantamento do preparo dos computadores se deu pelo fato de que os alunos já tiveram os primeiros contatos com este software, com um grupo de estudantes do Pibid de Matemática que executam suas atribuições na escola e já estão fazendo uma atividade relacionando o GeoGebra

com figuras planas, plano cartesiano, pontos e retas, e a maioria já conhecia o aplicativo. Porém, eles ainda não haviam acessado a janela de visualização 3D, que foi o recurso utilizado para as construções, tanto dos sólidos geométricos, quanto a sua planificação.

Neste momento, foi utilizado o computador da professora (autor da pesquisa) para projetar, pois essa máquina havia sido utilizada na criação e manuseio do aplicativo para auxiliar os alunos na criação dos seus sólidos nos seus computadores, em uma construção simultânea., porém, no laboratório não foi possível fazer a projeção através de Datashow, pois nas paredes do laboratório de informática são pendurados os troféus da escola (que por sinal são muitos) e uma outra parte das paredes são de vidro, impossibilitando o uso de apresentação com projeção.

Figura 29 - Produção no GeoGebra na Sala de Informática.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Mas isso não foi um empecilho, pois o computador foi ligado e construído os sólidos juntamente com eles, auxiliando e dando as coordenadas e os comandos necessários para a execução passo a passo. Segundo Borba,

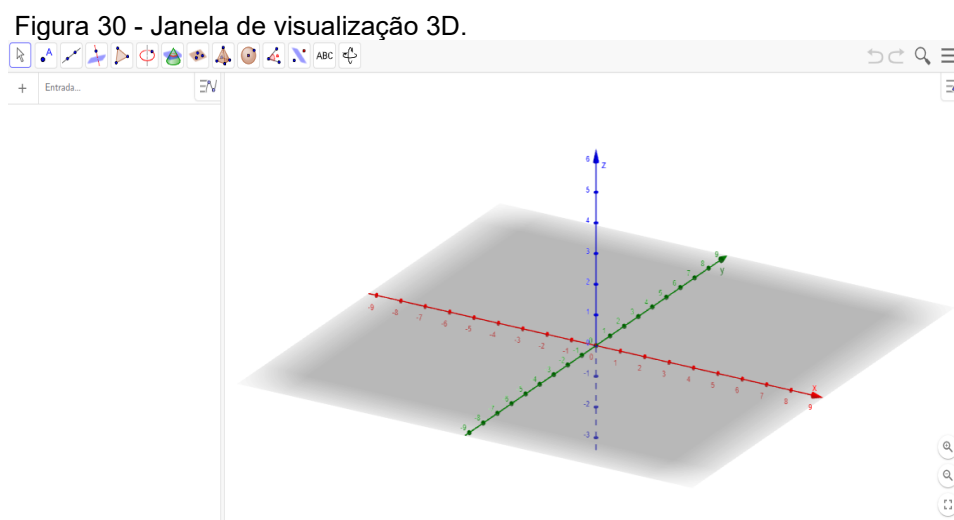
“[...] tal interação se dá em um ambiente construtivista e reconhecem que o uso dessa metodologia implica um processo de ensino e aprendizagem no qual a construção de conhecimentos pelo estudante se dá também devido à interação”. (BORBA, 2018, p.42).

Primeiramente, todos os 26 alunos presentes na aula foram acomodados nos computadores. Nesse momento, observou-se que não havia computador para que todos pudessem fazer de forma individual e também não era uma regra da atividade a ser produzida, embora cada um quisesse realizar sua própria criação.

A escola possui 18 computadores, dos quais 16 estão funcionando perfeitamente e os demais estão em manutenção, então alguns alunos fizeram as construções em dupla e foi enriquecedor, visto que houve bastante interação, tendo em vista que todos eles iam se auxiliando no processo da atividade.

Após todos terem conseguido abrir suas páginas e acessado o site do GeoGebra Classic, iniciou-se o processo de construção e planificação dos sólidos. Nesse momento, foram dados os seguintes comandos:

- 1) Ao iniciar o GeoGebra Classic, abrir a janela de visualização 3D.



Fonte: Acervo da autora (2025).


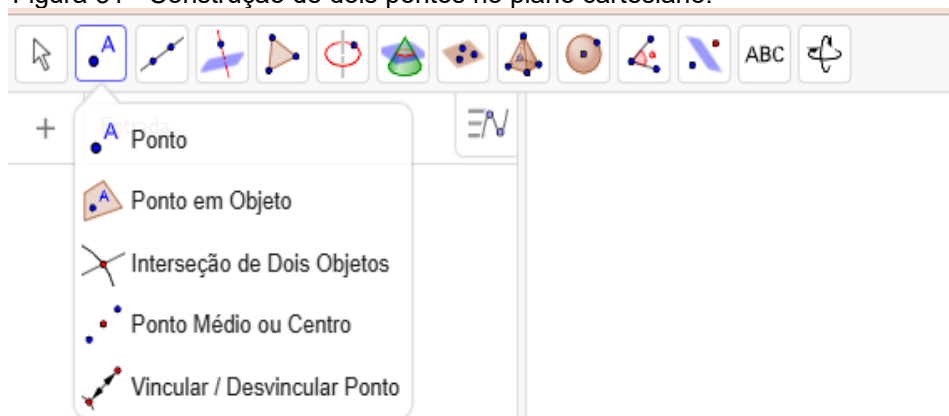
- 2) Em seguida, iniciou-se a criação do primeiro sólido (Icosaedro). Iniciou-se pelos sólidos com maiores números de faces, já que para sua construção necessitou-se de mais comandos. No ícone , selecionando a opção ponto, foi criada uma aresta que foi base para formar todas as faces da figura.

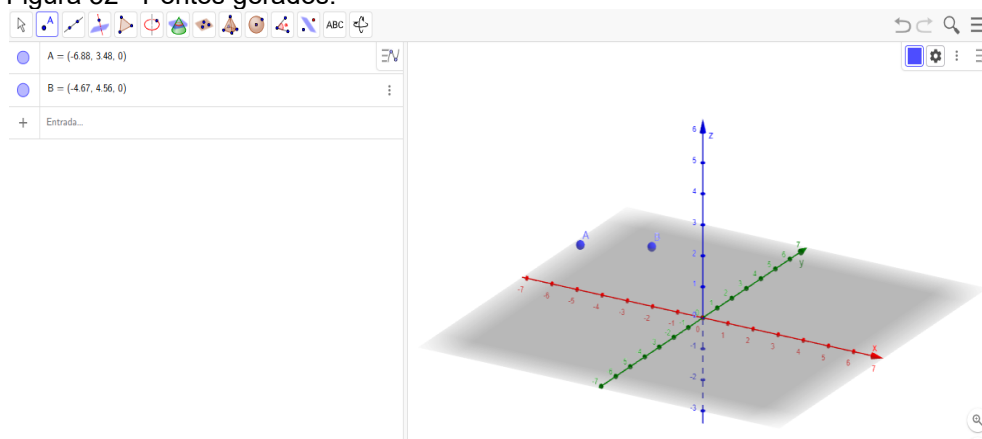
Figura 31 - Construção de dois pontos no plano cartesiano.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 3) Após clicar em Ponto e tocando com o mouse em dois lugares distintos do plano cartesiano, foi gerado o ponto A e B, assim formado a primeira aresta.

Figura 32 - Pontos gerados.



Fonte: Acervo da autora (2025).


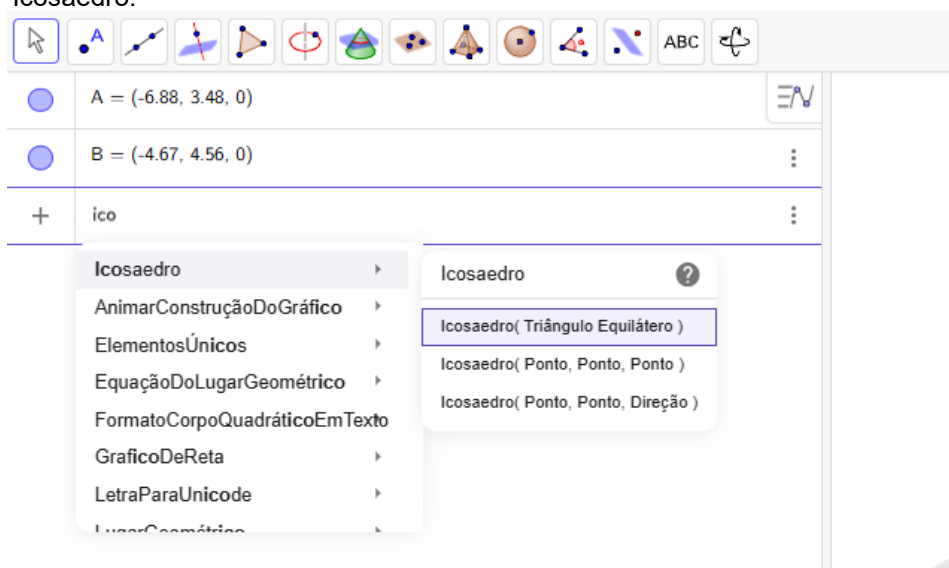
- 4) Em seguida, na caixa de entrada  , localizada na parte esquerda da tela, foi descrito o sólido que seria construído, no caso o Icosaedro e, em seguida, selecionada a opção Icosaedro (Triângulo Equilátero).

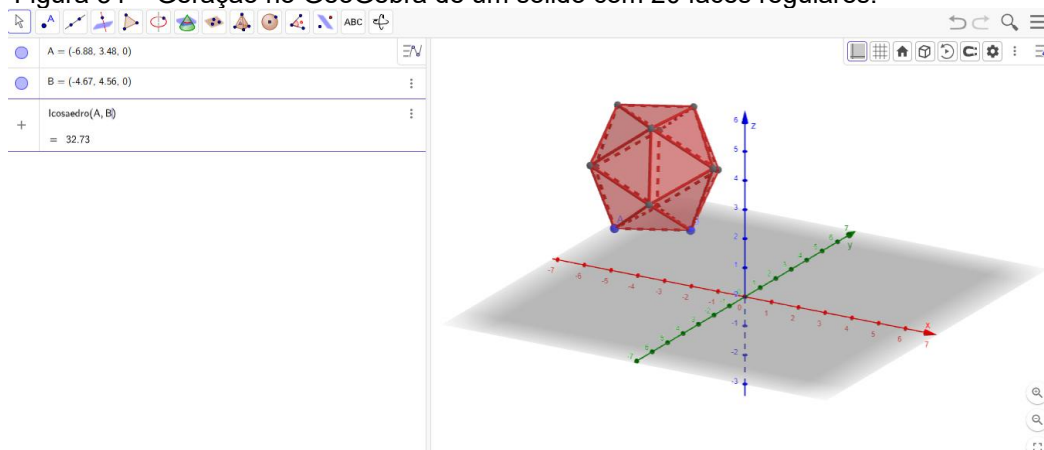
Figura 33 - Construindo o triângulo com a medida de todas as 20 faces que compõem o Icosaedro.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 5) As selecionar a opção acima, foi necessário inserir a medida da aresta a ser gerada, que foram os pontos A e B dentro dos parênteses que surgem ao lado do termo Icosaedro, conforme abaixo:

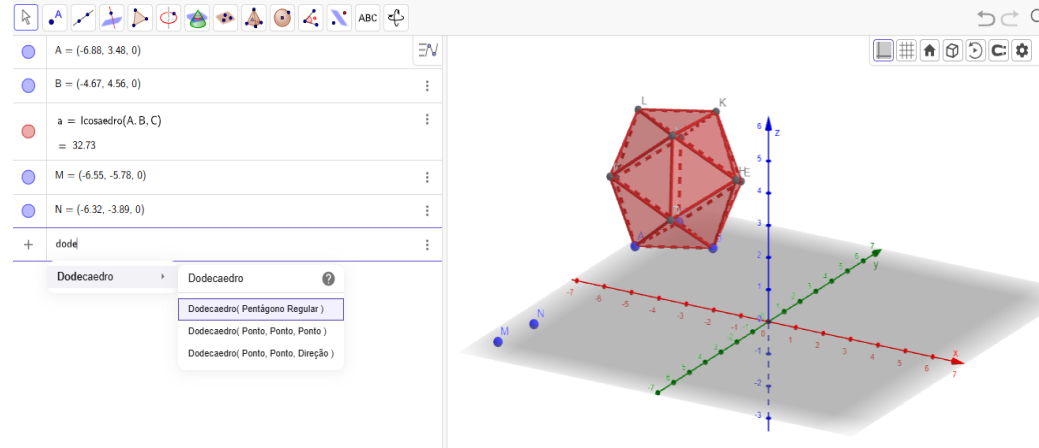
Figura 34 – Geração no GeoGebra de um sólido com 20 faces regulares.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 6) Agora foi construído o Dodecaedro. Para sua construção, será necessário repetir os comandos 1 e 2, formando dois pontos para ser gerado outro segmento de reta. Após isso, foi descrito na barra de entrada, o nome do sólido e sua característica.

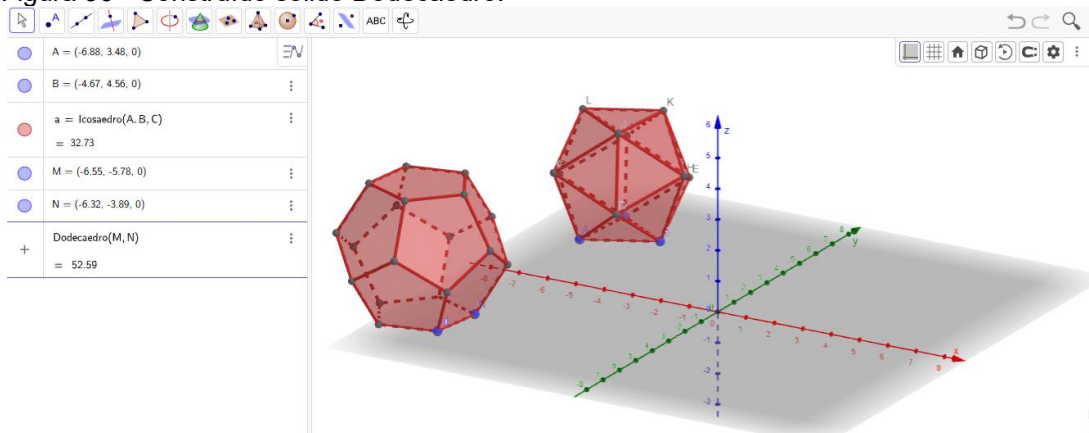
Figura 35 - Construção do Dodecaedro, selecionar Pentágono regular.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 7) Após a configuração da figura e inserido os pontos gerados (M,N), o aplicativo gerou o sólido composto por 12 faces pentagonais regulares.

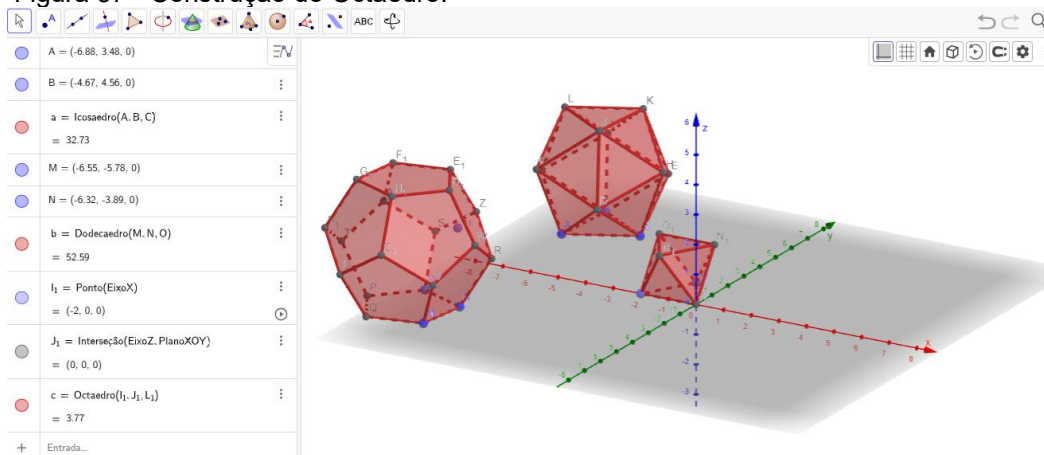
Figura 36 - Construído sólido Dodecaedro.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 8) O próximo sólido a ser construído foi o Octaedro, seguindo os primeiros 3 comandos: criar pontos, inserir na entrada o nome do sólido e, por fim, determinar os pontos para criação da figura:

Figura 37 - Construção do Octaedro.



Fonte: Acervo da autora (2025).

9) A próxima construção, é uma forma simplificada da figura, pois há dois sólidos de Platão que já estão construídos na barra de ferramentas do próprio recurso, bastando apenas dar os comandos para que sejam gerados dentro do plano cartesiano. Para isso, foi necessário clicar nesta


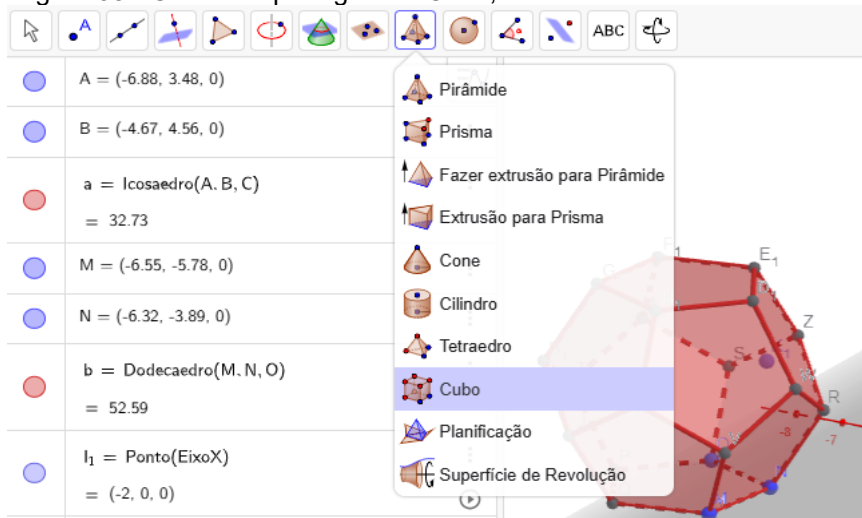
barra, no ícone , que fica no canto esquerdo superior da janela de visualização e em seguida selecionar a opção desejada. Nesse caso, foi desejado o Cubo. Após selecionar, clicar em dois pontos lineares dentro do plano utilizado nas figuras anteriores e automaticamente ele foi gerado.

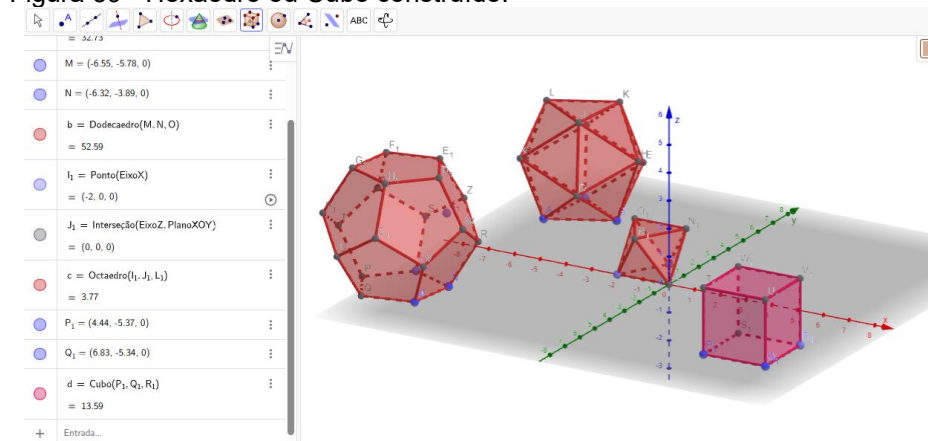
Figura 38 - Comando para gerar o Cubo, também conhecido como Hexaedro.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 10) Após a confirmação da seleção da construção do sólido, ele foi inserido no plano como mostra a figura abaixo:

Figura 39 - Hexaedro ou Cubo construído.



Fonte: Acervo da autora (2025).

- 11) Por fim, e não menos importante, o último sólido a ser construído foi o Tetraedro. Com programação também já inserida no software, assim como a construção anterior, seguindo os mesmos comandos na barra de construção, diferenciando apenas a nomenclatura do sólido a ser construído. Como a última construção foi o Cubo, é ele quem estará


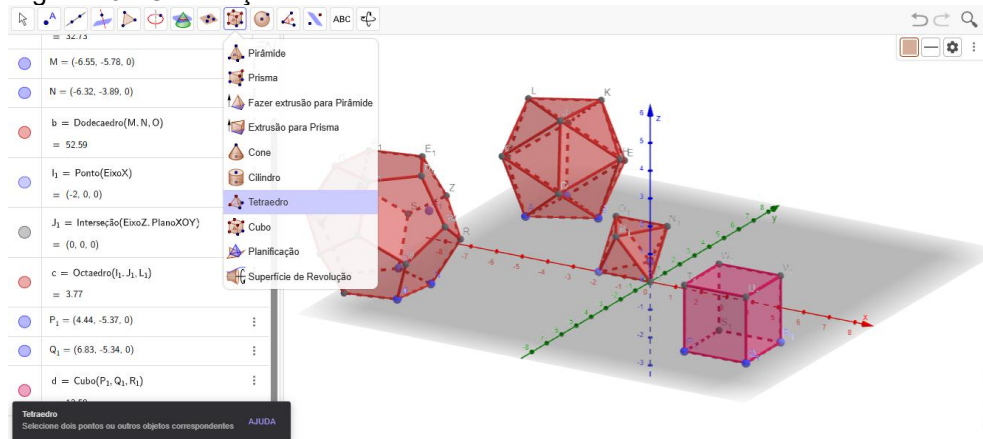
visível na barra de ferramentas . Clicando na opção em destaque, aparecem todas as propostas de criação e será escolhida agora a próxima figura a ser construída, neste caso o Tetraedro.

Figura 40 - Construção Tetraedro.

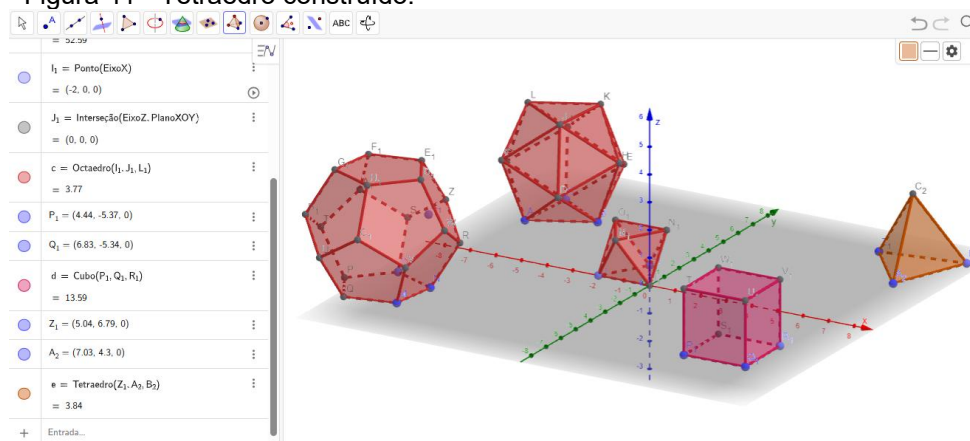


Fonte: Acervo da autora (2025).

12) Pronto, tocando os dois pontos no plano cartesiano, ele torna completo os cinco sólidos de Platão, construindo os sólidos que não havia prontos por comando e outros apenas inseridos. Vale ressaltar que essa é apenas uma forma de realizar estas construções, porém existem outras formas, utilizando outras partes e propriedades das figuras geométricas, como número de vértices, ou forma plana, por exemplo.

Nesse processo de construção, foram utilizadas as formas e medidas das arestas, já que nos Sólidos de Platão, todas elas possuem a mesma medida em relação a todas as faces e arestas de cada sólido que foi construído.

Figura 41 - Tetraedro construído.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Nesse momento, a maioria deles havia concluído a construção dos seus sólidos no GeoGebra e estavam achando incríveis suas construções. Alguns ficaram maiores, outros menores, conforme as dimensões em que iam sendo utilizadas por eles ao criarem suas estruturas.

Apenas uma dupla estava concluindo as construções nesse momento já de finalização dos sólidos, visto que haviam mudado as configurações instruídas inicialmente e as imagens ficaram apenas visíveis pelos vértices (uma outra possibilidade de representação). Enquanto terminavam, os demais alunos iam “comparando” as suas construções um com os outros, num momento de descontração e compartilhamento de seus feitos.

Após finalizadas todas as construções, foi iniciado o processo de planificação desses sólidos construídos, fazendo o processo de conversão do Tridimensional, para o Bidimensional. Ou seja, o processo como se pegasse uma figura sólida, abrindo-a e transferindo para o plano, como se tornaria a sua forma “desconstruída”, porém, dentro do software GeoGebra.

A especificidade das representações semióticas consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidas em representações “equivalentes em um outro sistema semiótico, mas podendo tomar **significação** diferentes para o sujeito que as utiliza (Duval, 2009, p.32)

Nesse momento foi apresentada a seguinte reflexão a respeito do Dodecaedro, dizendo-se: visualizem uma bola de futebol, vejam como ela fica quando você a abre completamente. Isso trouxe uma boa reflexão para eles, pois imaginar uma bola descosturada é um acontecimento real e palpável no cotidiano.

Para esse processo de planificação, basta:


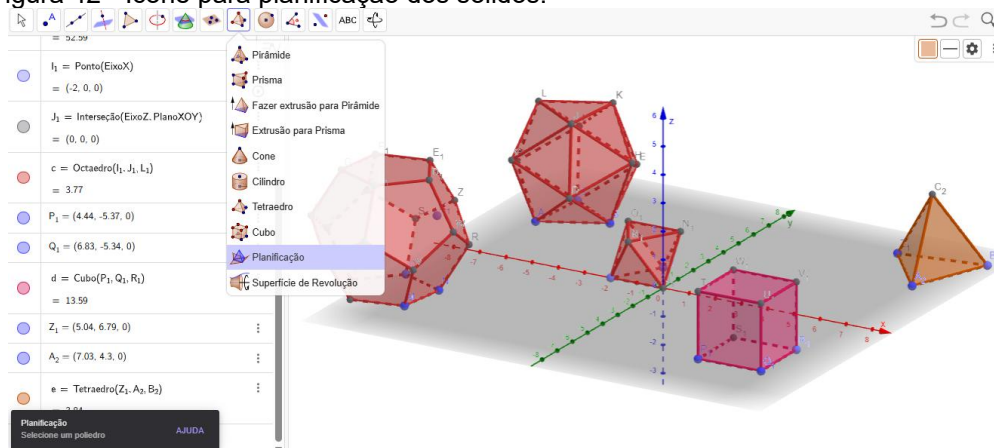
- 13) Clicar na mesma barra da última construção, no ícone  e selecionar a opção Planificação. Após isso, bastou clicar em todas as imagens com um único toque e suas planificações foram sendo geradas individualmente.

Figura 42 - Ícone para planificação dos sólidos.

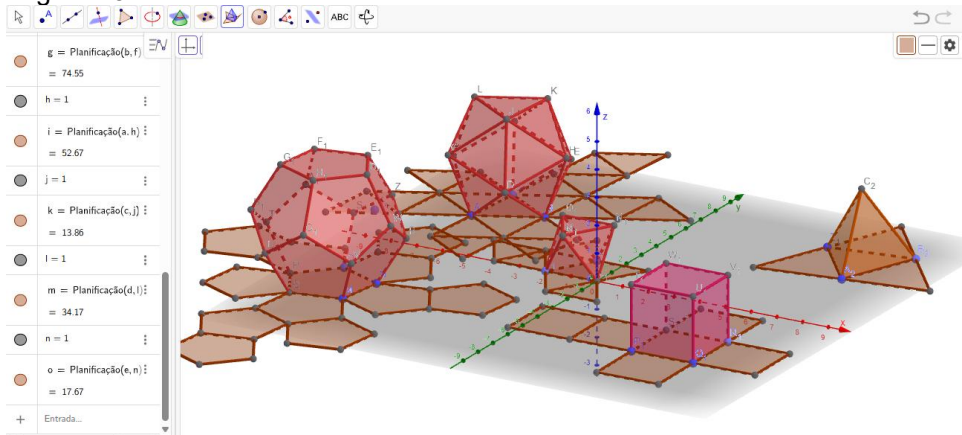


Fonte: Acervo da autora (2025).

- 14) Após selecionar a Planificação, o toque nas figuras, a “mágica” acontece. Nesse momento, abriu-se um novo campo, que estava aparentemente em

oculto e foram disponibilizados os controles deslizantes para que as figuras entrassem no processo de construção e planificação automáticas e instantâneas, as animações.

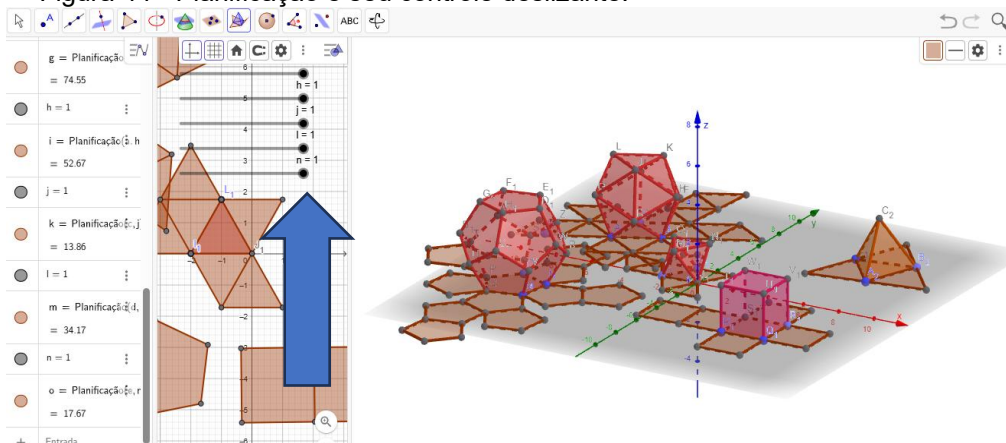
Figura 43 - Sólidos Planificados.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Na nova janela aberta, surgiram os controles deslizantes que serviram para modificar a estrutura e posição dos sólidos geométricos e a forma pela qual ficaram inclinados.

Figura 44 - Planificação e seu controle deslizante.



Fonte: Acervo da autora (2025).

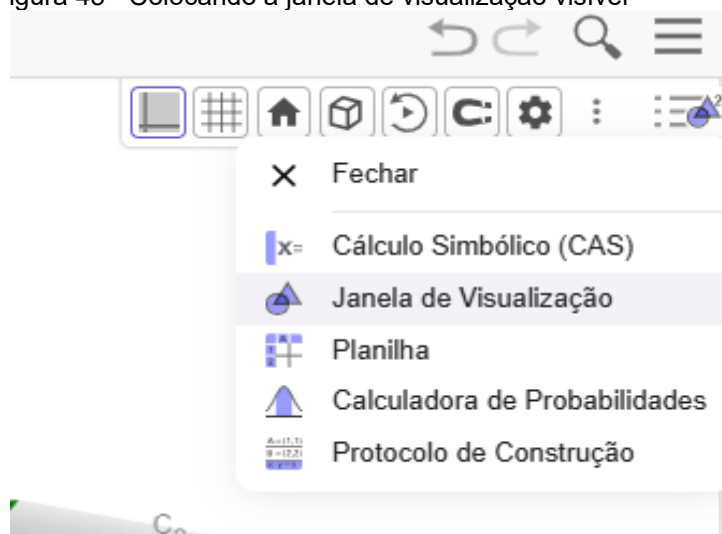
15) Em alguns computadores, esta janela não abriu automaticamente. Sendo

assim, foi dado o comando para abri-la, clicando no ícone



localizado no canto superior direito da tela; em seguida selecionar a opção janela de visualização, abrindo um plano em malha e mostrando o controle deslizante.

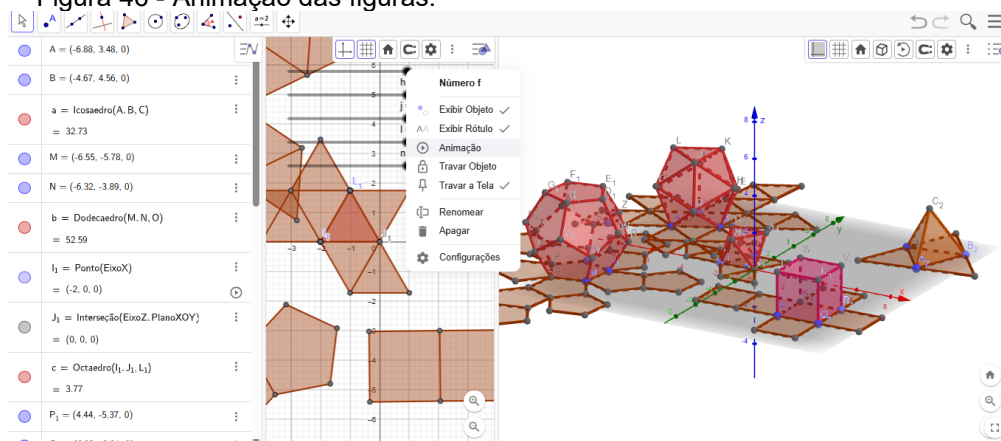
Figura 45 - Colocando a janela de visualização visível



Fonte: Acervo da autora (2025).

Após isso, foi solicitado que clicassem nestas bolinhas pretas  $j=1$ , localizadas nesse novo campo exposto formado por 5 segmentos de retas gerados (cada um específico para cada sólido), com o botão direito do mouse e selecionando a opção Animação. Assim, foi realizado esse processo em todas elas para trazer o efeito em movimento, abrindo e fechando cada figura construída.

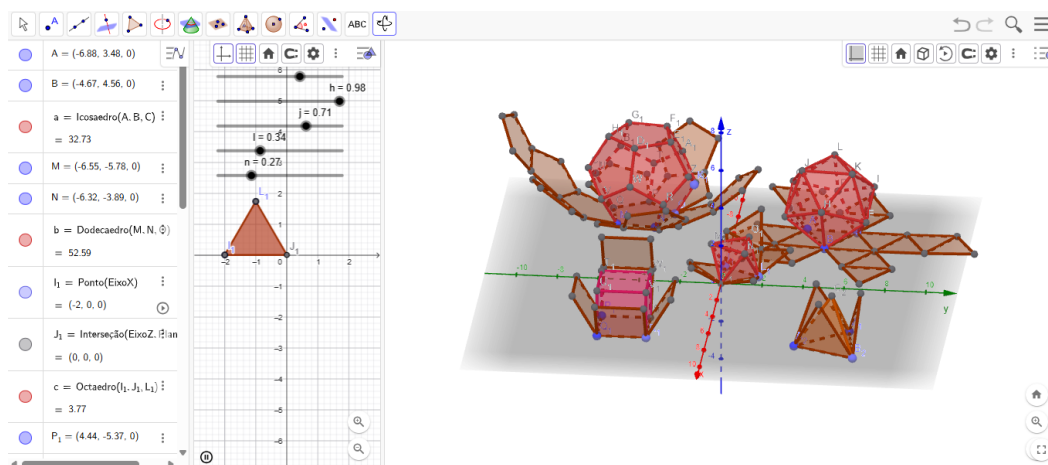
Figura 46 - Animação das figuras.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Selecionadas todas as animações, os sólidos se moveram automaticamente, transicionando entre 2D e 3D, como abaixo:

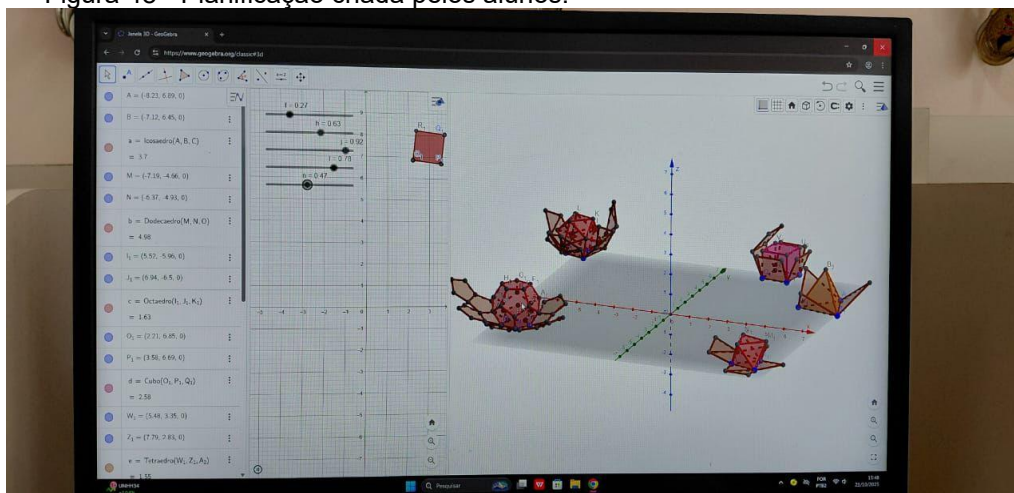
Figura 47 - Animação real.



Fonte: GEOGEBRA (s.d.).

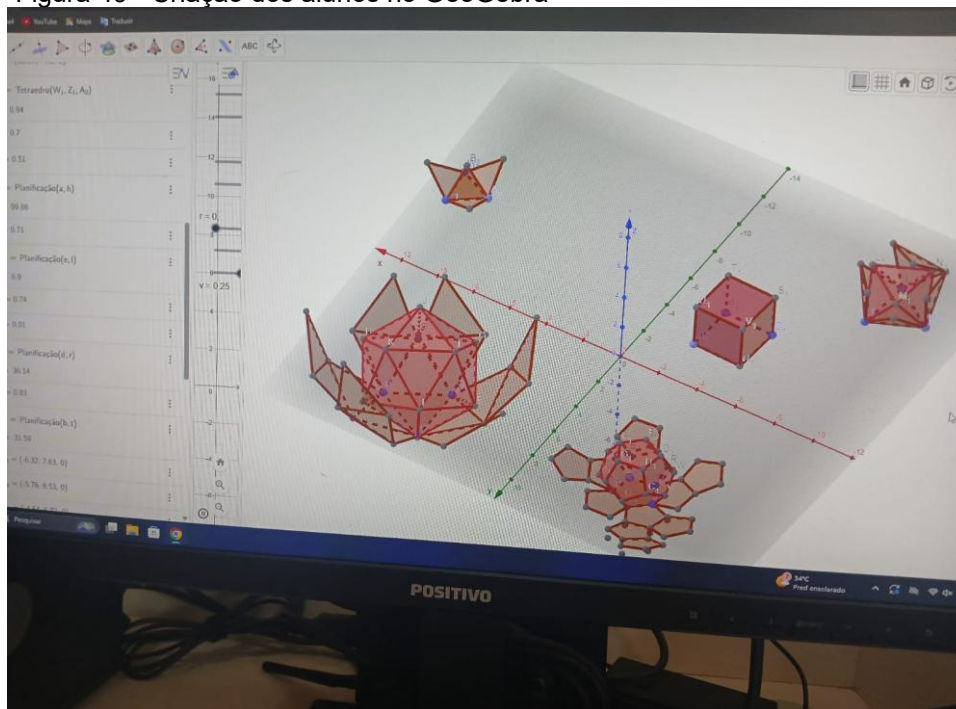
Seguem algumas abaixo, algumas criações no GeoGebra dos alunos:

Figura 48 - Planificação criada pelos alunos.



Fonte: Elaboração própria (2025), a partir de dados de GeoGebra (s.d.).

Figura 49 - Criação dos alunos no GeoGebra



Fonte: Elaboração própria (2025), a partir de dados de GeoGebra (s.d.).

### 7.55º Encontro

Nesse encontro, em 4 de novembro de 2025, no horário da Prática Laboratorial da respectiva turma iniciada, foi dada a missão da construção das figuras geométricas, mais precisamente sólidos de Platão. A aula foi realizada no Laboratório de Matemática e Física.

No ambiente havia 5 mesas retangulares de madeira e bancos disponíveis em todas elas, onde foram distribuídos os sólidos correspondentes aos grupos. Foi colocado cada Sólido de Platão (disponibilizado pelo professor) em uma mesa, juntamente com cartolina e régua para a chegada dos alunos e a preparação para construção das figuras.

Figura 50 - Sala de laboratório de Matemática e Física.



Fonte: Registros da autora (2025).

Ao chegarem no Laboratório, os alunos foram distribuídos para suas mesas correspondentes ao sólido que tem sido criado e desenvolvido pelo seu grupo desde o início da pesquisa (cada grupo tem o nome de um Sólido de Platão).

Iniciou-se a aula trazendo uma caixa presente de uma marca de produtos cosméticos conhecida mundialmente, totalmente desmontável, planificada e estruturada para construção de uma caixa de presente.

Ao montá-la e mostrá-la para toda a turma, foi questionado aos alunos se esta caixa seria um sólido de Platão? Alguns responderam que sim, que era um paralelepípedo (vale ressaltar que o paralelepípedo não está incluído nas figuras geométricas dos Sólidos de Platão), outros responderam que não.

Quando foi questionado por que não seria um Sólido de Platão, o aluno respondeu: porque para ser um sólido de Platão, todas as faces precisam ser iguais. Essa resposta representou uma aprendizagem, pois quando iniciada a pesquisa, eles ainda não conheciam essas propriedades.

Neste momento, toda a turma concordou, pois se recordaram que nos debates anteriores (inclusive era uma das perguntas que estava no Quiz) uma

das características do sólido de Platão é que ele tem todas as suas faces iguais, ou seja, todos os seus lados são iguais.

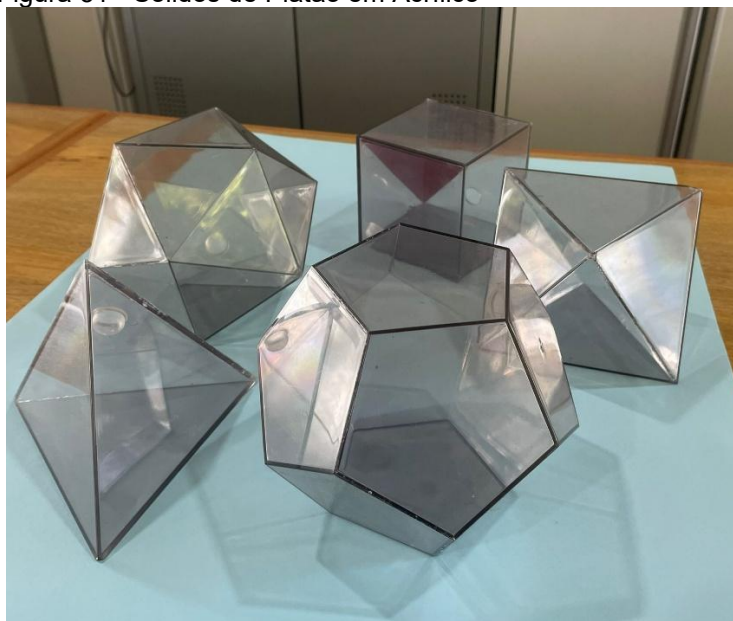
Para iniciar a construção das caixas presenteáveis, foram demonstrados os sólidos já construídos em acrílico que a escola possuía. A partir de então foi solicitado que construíssem seus sólidos na mesma proporção que eram os sólidos que a escola possuía e deixado livre para que cada um deles fizessem o seu processo de planificação e construção da figura a partir daquele sólido já criado, na cartolina.

### **Materiais utilizados para as construções:**

- ✚ Cartolina;
- ✚ Régua;
- ✚ Tesoura
- ✚ Papel cartão;
- ✚ Cola;
- ✚ Barbante;
- ✚ Sólidos em acrílico.
- ✚ Papel A4;



Figura 51 - Sólidos de Platão em Acrílico



Fonte: Acervo da autora (2025).

Alguns alunos fizeram a planificação pegando a medida do sólido já criado em acrílico que continha no laboratório de matemática, projetando sua face e delineando seu contorno. Outros fizeram a medida de uma face e com a régua foram reproduzindo todas as faces e arestas do mesmo tamanho encaixando a sua planificação.

Nesse momento, o professor Cleiton lembrou que havia algumas planificações de figuras geométricas em papel manuseável e com dobraduras, assim pegou os sólidos planificados e entregou para os grupos que estavam tendo mais dificuldade de reproduzir a sua planificação, como o Dodecaedro e Icosaedro, já que possuem o maior número de faces, respectivamente.

Assim, eles recordaram como era a forma planificada da sua figura e das suas criações realizadas no GeoGebra (produções do encontro anterior), desde a construção do sólido até sua planificação e animação.

Esses “moldes” planificados estavam numa proporção menor do que o sólido que havia sido apresentado. Para fazerem do tamanho que eram as figuras em acrílicos, eles mediram as suas arestas e fizeram moldes com a régua, já que nos Sólidos de Platão, as arestas possuem a mesma medida.

Figura 52 - Alunos pensando como será realizada a planificação.



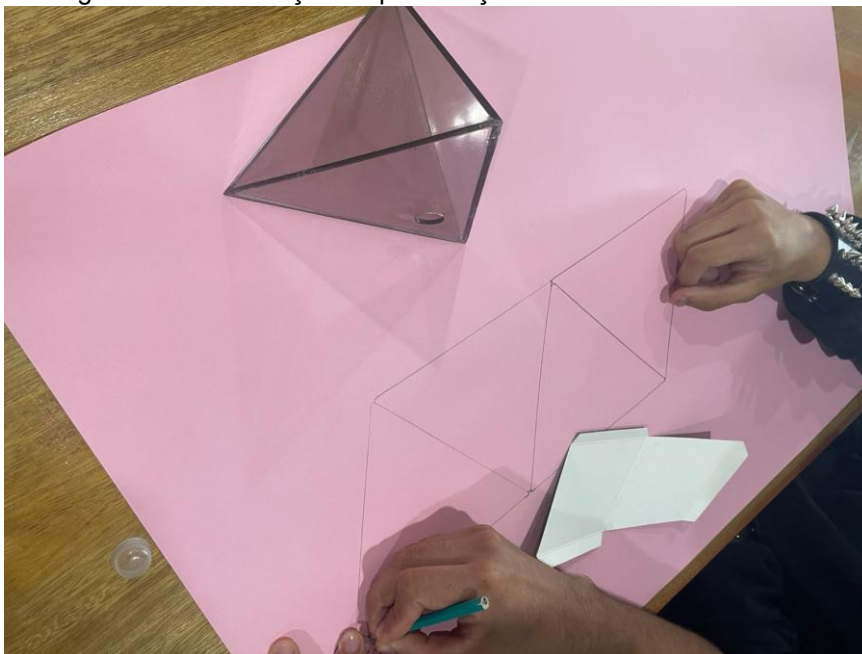
Fonte: Acervo da autora (2025).

Nesse momento, eles foram construindo as suas planificações de acordo com a aparição que já estava dos sólidos que haviam sido entregues (em acrílico). Cada grupo ficou à vontade para realizar a construção da forma em que seria mais acessível e melhor manipulável para cada um, levando em consideração as especificidades de cada figura.

### Grupo Tetraedro

O Tetraedro ou Cubo, como conhecido, foi para eles a planificação mais fácil de se projetar no papel, olhando pela ótica do menor número de faces e por se tratar de faces triangulares regulares.

Figura 53 – Construção da planificação do Tetraedro

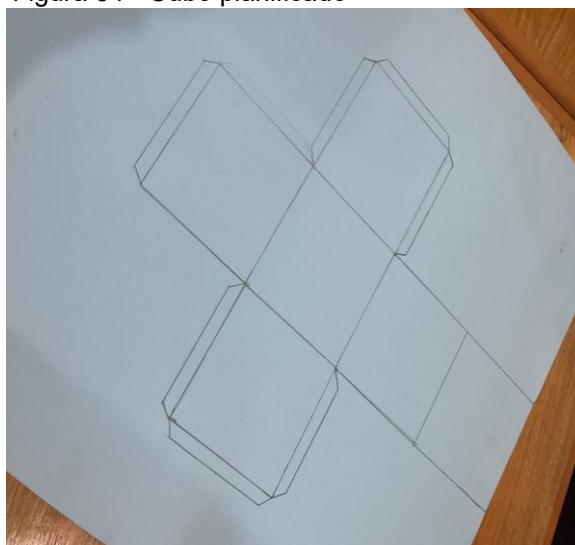


Fonte: Acervo da autora (2025).

Esse grupo optou por utilizar a medida da face do sólido a ser construído. Consideravelmente, pode-se dizer que esta é a figura mais simples de ser planificada dentre os Sólidos de Platão, visto que possui apenas 4 faces triangulares. Eles realizaram mais de uma planificação e fizeram a tentativa de encaixe com o uso de barbante, porém, não houve muito êxito, visto que a figura não encaixava as arestas completamente, tornando abertas as laterais da figura.

### Grupo Cubo ou Hexaedro

Figura 54 - Cubo planificado

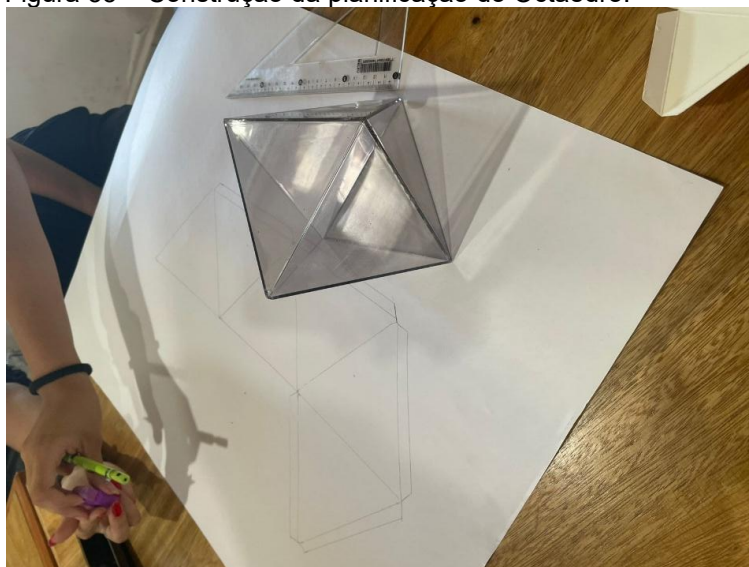


Fonte: Acervo da autora (2025).

O grupo do Cubo ou Hexaedro, seguiu a mesma linha de raciocínio do grupo do Tetraedro, chegando utilizar as medidas das faces do sólido feito em acrílico, seguindo a medida das suas faces e arestas.

### Grupo Octaedro

Figura 55 – Construção da planificação do Octaedro.



Fonte: Acervo da autora (2025).

O grupo do Octaedro ou Octógono utilizou, além da projeção da face, a posição de planificação para que ao montar, obtivessem o sólido pretendido. Embora as faces sejam igualmente relativas aos seus sólidos e cada um deles possa ter mais de uma forma de planificação, necessita-se que sua posição esteja adequada para a montagem e/ou dobradura. Dessa forma, o grupo escolheu essa posição das faces desenhadas para que pudessem estruturar o sólido a ser construído.

### Grupo Dodecaedro

Figura 56 – Planificação do Dodecaedro



Fonte: Acervo da autora (2025).

O grupo do Dodecaedro reproduziu as faces dos sólidos em acrílico no papel, demarcando cada face na posição relativa à planificação recebida em dimensão menor, porém, auxiliou de forma significativa a criação dessa figura planificada.

### Grupo Icosaedro

Figura 57 – Planificação do Icosaedro



Fonte: Acervo da autora (2025).

Esse grupo diferenciou-se dos demais na sua forma de planificar a figura. Gerou uma linha reta e mediu segmentos de retas representando os vértices das arestas. A seguir, traçou retas transversais e perpendiculares, formando os

triângulos equiláteros e em seguida repetiu o formato numa linha acima e numa linha abaixo. Embora seja o sólido com maior número de faces, o grupo resolveu rapidamente o desafio e planificou toda estrutura do sólido.

Assim, todos os grupos conseguiram realizar a planificação dos seus sólidos nas cartolinas que foram entregues. Nesse momento foi encerrada a aula e combinado para construir o restante da produção na próxima aula.

### 7.66º Encontro

Para a finalização da construção dos Sólidos de Platão para serem utilizados como projetos de caixas presenteáveis, foi necessário que tivesse mais um encontro, ocorrido no dia 05 novembro de 2025, no horário das 8h30 às 9h30, utilizando ainda o espaço do Laboratório de Matemática e Física da escola CEAN.

Nesse encontro, os alunos finalizaram a planificação das figuras já iniciadas no encontro anterior, no papel cartolina. Após as figuras planificadas, foram sendo produzidas as construções finais, agora utilizando o papel cartão, mais firme e resistente para estruturação das caixas em formas de sólidos geométricos.

Os grupos fizeram suas produções da forma que fosse mais acessível às figuras específicas. Por exemplo: Foram feitas novamente as planificações do tetraedro, do cubo e do octaedro no novo material, tendo visto o número de faces considerado razoável relação às quantidades. Já os grupos do Dodecaedro e do Icosaedro decidiram fazer a colagem da planificação já realizada no papel cartão e fazer o corte do formato já para montagem. Assim, otimizaram o tempo e o trabalho para que todas as figuras pudessem serem construídas e finalizadas.

Figura 58 - Icosaedro no papel cartão.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Após o processo de construção das planificações, os sólidos começaram a tornar moldadas as suas formas para construção. Seguem abaixo, figuras planificadas:

Figura 59 - Sólidos planificados pelos alunos.



Fonte: Acervo da autora (2025).

No processo de manipulação das construções, foi analisado que as arestas precisam ser do mesmo tamanho, pois além de compor uma das propriedades dos Sólidos de Platão, no momento de fazer os encaixes das faces, elas não se encontram perfeitamente, deixando a figura com medidas diferentes, embora não muito perceptível a olho nu, mas não foi possível obter as medidas

com tanta precisão, como quando construídas no GeoGebra. Mesmo assim, as construções ficaram lindas, como podem ser observadas na figura abaixo:

Figura 60 - Sólidos construídos no papel cartão



Fonte: Acervo da autora (2025).

Após as construções, os alunos começaram a relacionar as “caixas” em formato de sólidos com produtos e objetos do seu cotidiano (o que era esperado ao longo do processo de execução das fases desta pesquisa).

Alguns relacionaram o Dodecaedro, por exemplo, com uma bola de futebol, e até sugeriram produções dessas caixas para lojas de produtos esportivos, já que seria uma boa representação presenteável com produtos como: meias, camisas de times etc. Outro grupo informou já ter visto embalagens semelhantes ao octaedro em uma loja de chocolates muito conhecida, inclusive que chamavam bastante a atenção dos consumidores.

Para Duval (2009), esse processo se relaciona com a *noesis*, que se trata da apreensão do conceito e sua relação com a aprendizagem. Ou seja, com as representações semióticas, há a abertura de caminhos que dispõem de exteriorização das representações mentais, bem como o processo de significação, acarretando assim uma rica função de comunicação, o que ocorre na transmissão de conhecimentos entre os alunos, já que uma das funções da linguagem é de expressar, informar e trazer o uso da linguagem natural, que é

uma das representações semiótica, o que se pode dizer uma das mais importantes para o princípio de construção da aprendizagem.

Para a eventual utilização dos sólidos como caixas presenteáveis, os alunos deixaram uma abertura em todas elas, não as fechando totalmente, deixando uma das faces em aberto para que possa ser inserido o volume que será embalado a fim de que possa ser entregue a alguém como presente ou até mesmo comercializado.

Figura 61 - Sólidos construídos com uma face aberta para utilização presenteável.



Fonte: Acervo da autora (2025).

Assim, encerraram-se as fases e os processos desta pesquisa com as construções dos sólidos geométricos, os conhecidos Sólidos de Platão (Hexaedro, Tetraedro, Octaedro, Dodecaedro e Icosaedro), os quais foram conhecidos pelos alunos e investigados por eles.

## 8. RESULTADOS

A intervenção foi desenvolvida com a turma 2º C da Escola Estadual Armando Nogueira (CEAN), em Rio Branco–AC, no componente Prática Laboratorial, após autorização da gestão e aceitação da parte do docente da turma. O primeiro encontro com os estudantes (23 de setembro de 2025) foi dedicado à apresentação da pesquisa, à explicitação do cronograma e à aplicação de um questionário diagnóstico sobre conhecimentos prévios em Geometria Espacial e os Sólidos de Platão.

O questionário revelou que os alunos distinguiam, de modo geral, figuras planas de sólidos sobretudo pelo critério dimensional (2D versus 3D), ainda divergem ao colocar suas características e apresentaram definições ainda incipientes sobre o campo da Geometria e sua linguagem.

A análise foi interpretada à luz da TRRS como indício de tratamentos dentro de um mesmo registro (da língua natural à nomeação simbólica), mas com lacunas nas conversões entre registros. Duval (2009) considera esse processo real e desafiador para os alunos e acarreta desafio tanto para eles quanto para o professor.

No segundo encontro (30 de setembro de 2025), empregou-se a plataforma Kahoot como recurso semiótico para promover debate conceitual, em grupos nomeados pelos cinco sólidos platônicos. A dinâmica compreendeu 20 questões de múltipla escolha, com organização em “modo de equipe” e registro de pontuação e pódio caracterizado pelo sistema. A participação foi alta, com 24–25 estudantes, e o uso do recurso digital elevou o engajamento coletivo, contribuindo de forma significativa com a aprendizagem.

A análise dos relatórios do Kahoot evidenciou maiores dificuldades nas questões que exigiam articulação entre plano e espaço, especialmente no reconhecimento de planificações correspondentes a sólidos. Em uma das questões não houve acertos, indicando a necessidade de tarefas que explorem explicitamente as conversões 2D–3D previstas pela TRRS. Para D’Amore (2015,

p.135) “em Matemática, portanto, a aquisição conceitual de um objeto passa necessariamente pela aquisição de uma ou mais representações semióticas”.

Quanto ao uso da tecnologia, a maioria dos alunos não tiveram problemas com o acesso do software, ao contrário, em alguns momentos eles auxiliaram na instalação de datashow na conexão com a internet. Já quando acessado o aplicativo, houve maior mediação por parte da autora da pesquisa, visto que surgiram dúvidas quanto à montagem nos grupos dentro do jogo que foi disputado. Para Vygotsky, esse processo é uma passagem que vai da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) até a Zona de Desenvolvimento Potencial, momento em que uma pessoa chega ao “limite” de seu alcance de aprendizagem sozinha e necessita de ajuda ou mediação de um profissional ou alguém que tenha mais experiência, no caso, todas as atividades já haviam sido realizadas anteriormente às aplicações, o que tornou mais eficaz quanto ao auxílio necessário para que os alunos conseguissem concluir cada etapa.

No quarto encontro (21 de outubro de 2025), a turma passou a utilizar o software GeoGebra Classic (janela 3D) para construir e planificar digitalmente os sólidos de Platão, realizando rotações e animações. Apesar de limitações de infraestrutura (número de computadores e impossibilidade de projeção), a organização em duplas favoreceu a interação e o acompanhamento dos passos de construção, com foco nos comandos para a visualização em 3D e na geração das planificações.

Após a assimilação dos conceitos iniciais, houve a parte que para eles foi considerada mais significativa, observado pelo empenho, dedicação e concentração, foi desenvolvida na área que muito tem atraído suas atenções que é a tecnologia, mais especificamente, as construções e o processo da planificação com o uso do software GeoGebra. Observou-se o quanto é de suma importância introduzir a tecnologia dentro do processo de ensino e o quanto eles se sentem interessados em participar, ainda que seja desafiador, pois há as situações inesperadas e em algumas vezes existe a falta de acesso e recursos necessários para a execução de aulas mais dinâmicas, mais participativas, menos centrados no professor, pois os alunos também têm muito a ensinar quando o assunto é informatização.

Esse encontro trouxe grande ensinamento e um compartilhamento de saberes, tendo em vista que tanto os alunos, quanto o professor da turma e a autora da pesquisa se empenharam em construir as figuras sólidas neste programa. A partir dessas construções, pode-se dizer que foi um divisor entre o que eles apenas imaginavam sobre os Sólidos de Platão e como realmente eles são demonstrados dentro no espaço (neste caso, dentro da janela de visualização em 3D). A partir de então, foi palpável compreender como ocorrem os processos de representações entre o plano e o espaço, como eles são visíveis e reais, como cada um é referenciado e como sofrem tratamento e conversão de um registro para outro.

O quinto encontro ocorreu no Laboratório de Matemática e Física e introduziu materiais concretos para a planificação e construção de modelos. Partiu-se de uma caixa presenteável planificada como situação-problema para discutir o conceito de regularidade e a condição de convexidade dos sólidos de Platão. A partir de sólidos em acrílico pertencentes aos recursos da escola, os grupos realizaram as planificações em cartolina, com régua e traçados, recorrendo a moldes quando necessário (dodecaedro e icosaedro). O procedimento favoreceu a verificação de propriedades (congruência de faces/arestas) e promoveu a passagem do reconhecimento intuitivo para a construção geométrica assistida.

A sequência foi concluída em encontro adicional (5 de novembro de 2025) para finalização das caixas presenteáveis em papel cartão, agora com maior precisão e acabamento. Nesse momento, os grupos estabeleceram relações entre as formas produzidas e objetos do cotidiano (por exemplo, associações do dodecaedro com bolas de futebol e do octaedro com embalagens comerciais), evidenciando deslocamentos do discurso técnico para o repertório vivencial — uma forma de validação situada das conversões de registros.

Na fase final desta pesquisa na escola, e não menos importante, o processo de ilustrar as figuras sólidas de forma manualmente com as construções das figuras em formas de embalagens presenteáveis utilizando materiais de baixo custo, rompeu com o entendimento a respeito das formas pelas quais a Geometria tem sido apresentada desde a sua linguagem natural,

a sua representação simbólica, representação gráfica, as representações algébricas e visuais em todo processo de desenvolvimento das etapas e aplicações, pois, para Duval (2009), o que tem maior significância é o objeto que está sendo representado e não somente as várias formas de representá-los.

Ao concluir as suas criações sólidas, os alunos compreenderam as dimensões que perpassam até o processo final de construção de cada sólido, trazendo a familiaridade em seu cotidiano de objetos e utensílios que são comumente encontrados, mas que não eram reconhecidos de forma conceitual e aplicada.

Assim, evidenciou-se que cada fase desta pesquisa aplicada com o grupo de alunos, tornou satisfatório demonstrar a variedade de formas de se expressar um objeto matemático, deixando registrado cada representação, passando pelo processo de tratamento, até a chegada da conversão, que foram as várias formas de se representar os Sólidos de Platão, seja no plano, no espaço ou de forma virtual.

Em termos de aprendizagem observável, os resultados convergem em três eixos: (i) consolidação de conceitos básicos (dimensões, faces, arestas, vértices, regularidade) iniciada no diagnóstico e reforçada em discussões mediadas; (ii) aprimoramento na leitura de planificações e no pareamento sólido–rede por meio de atividades mistas (jogo digital, materiais concretos, GeoGebra 3D); e (iii) ampliação da coordenação entre registros (linguagem natural, figural/diagramática, simbólica e digital dinâmica), condição necessária para transitar entre 2D e 3D e mobilizar invariantes como a Relação de Euler.

## 9. CONCLUSÃO

Problema de pesquisa (retomada). Perguntou-se: *De que maneira a inserção da tecnologia na construção dos sólidos de Platão, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), pode contribuir para a construção de conhecimentos de alunos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio integral em Rio Branco?* Os dados sugerem que a tecnologia — articulada com materiais concretos e mediações planejadas — atua como catalisadora de conversões entre registros, tornando visíveis as passagens críticas entre representações planas e espaciais.

O uso do Kahoot favoreceu a diagnose fina e o feedback imediato sobre concepções; o GeoGebra 3D promoveu visualização, manipulação e planificação dinâmicas; e os modelos físicos consolidaram verificação métrico-topológica e noções de regularidade. Em conjunto, esses recursos reduziram as dificuldades de pareamento sólido–planificação e ampliaram a segurança conceitual para tratar de propriedades e reconhecer aplicações no cotidiano.

O estudo mapeou e mobilizou a TRRS para interpretar as ações dos estudantes e organizou intervenções que conectaram linguagem natural, registros figurais (planificações e diagramas), simbólicos e digitais, culminando em referências ao cotidiano pelas caixas presenteáveis e analogias a objetos usuais.

As etapas em laboratório indicaram procedimentos de medição e reprodução com moldes/acrílico e, no ambiente digital, a abertura da janela 3D, construções e animações de planificações, superando constrangimentos de infraestrutura com trabalho em duplas e instrução passo a passo, prevalecendo o interesse em executar todas as fases desta pesquisa.

As produções em cartolina e papel cartão, somadas às construções no GeoGebra, materializaram esse objetivo, e os relatos dos estudantes sobre aplicações comerciais e esportivas indicam transferências para além do ambiente de aula, mais de interação, de compartilhamento de saberes e na consciência real e significativa de cada nova aprendizagem.

Conclui-se que a integração entre tecnologia digital (Kahoot e GeoGebra 3D), materiais manipuláveis e mediação docente intencional, orientada pela TRRS, contribui de modo significativo para a construção de conhecimentos em Geometria Espacial, em particular no estudo dos Sólidos de Platão, ao potencializar a coordenação entre registros, a leitura de planificações e o trânsito 2D–3D, com reflexos positivos no engajamento e na transferência para o cotidiano dos estudantes. Essa combinação se mostrou especialmente eficaz para diagnosticar e atacar dificuldades recorrentes de visualização e pareamento sólido–planificação, favorecendo a compreensão conceitual e a autonomia operacional observadas ao final da sequência.

## REFERÊNCIAS

ALMOULOU, Saddo Ag. et al. *Educação matemática: epistemologia, didática e tecnologia*. Organização de Gerson Pastre de Oliveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018. ISBN 978-85-7861-545-1.

BATISTA, Carolina Cordeiro; PAULO, Rosa Monteiro. Ver e visualizar em geometria: uma experiência com o software GeoGebra. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura (REMATEC)*, Belém, v. 16, n. 38, p. 160–178, 2021. DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2021.n38.p160-178.id343. Disponível em: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/574/5744655010/html/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

BORBA, Marcelo de Carvalho. *Fases das Tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento*. Marcelo de Carvalho Borba, Ricardo Scucuglia R. da Silva, George Gadanidis. Ed. 1. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

BORBA, Marcelo de Carvalho. *Informática e Educação Matemática*. Marcelo de Carvalho Borba/Miriam Godoy Penteado. – 5ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012.

BORBA, Marcelo de Carvalho. *Pesquisa em sala de aula: diferentes vozes em uma investigação* (Marcelo de Carvalho Borba, Helber Rangel Formiga Leite de Almeida, Telma Aparecida de Souza Gracias). 1ª Edição. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.

BORBA, Marcelo de C.; SOUTO, Daise Lago P.; JUNIOR, Neil da Rocha C. *Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. (Coleção tendências em educação matemática)*. São Paulo: Autêntica Editora, 2022. E-book. p.14. ISBN 9786559281299. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559281299/>. Acesso em: 23 dez. 2025.

BORGES, Sebastiana de Souza. *Um estudo dos poliedros regulares de Platão com o uso da realidade aumentada*. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2024.

BORSOI, Caroline. *GeoGebra 3D no Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da geometria espacial*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BOYER, B. Carl. *História da Matemática*. Carl B. Boyer, Uta C. Merzbach. São Paulo: Blucher, 2012.

BRASIL, Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Educação é a Base*. Brasília, MEC/2018. Disponível em < <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> >. Acessado em: 04 de set de 2025.

CARONTINI, Enrico. *O projeto semiótico: elementos de semiótica geral*. Carontini, D. Peraya; tradução: de Alceu Dias Lima. São Paulo: Cultrix: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.

CARVALHO, Paulo Cezar Pinto. *Introdução à Geometria Espacial*. Rio de Janeiro: Solgraf, 1993.

CATUNDA, Omar. *As transformações Geométricas e o ensino da geometria*. Salvador. Centro Editorial e Didática da UFBA, 1988.

COSTA, Claudio Ferreira. *Filosofia da Linguagem*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

CRUZ, Giovani. *Euclides: o pai da geometria*. [S. l.]: Giovani Da Cruz, 21 ago. 2024. Disponível em: <https://givanidacruz.com.br/euclides-o-pai-da-geometria/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Uma história concisa da Matemática no Brasil*. Ed. 2. Petrópolis – RJ: Vozes, 2011.

D'AMORE, Bruno, Marta Isabel Fandino Pinilla, Maura Iori, et al. *Primeiros Elementos da Semiótica*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

DUTRA, Roberto Alves. *Uso do software GeoGebra como alternativa para o ensino de geometria espacial no curso técnico em Zootecnia*. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2023.

DUVAL, R. *Registros de Representação Semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática*. In: Machado, S. D. A (Org.) *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papyrus, 2003.

DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais* (Sémiosis et Pensée Humaine: Registros Sémiotiques et Apprentissages Intellectuels): (fascínio I)/Raymond Duval. Tradução: Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

DUVAL, R. *Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas*. 1. Ed. São Paulo: PROEM, 2011.

EVES, Howard. *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula – Geometria*. São Paulo – SP, Atual, 1992.

FEITOSA, Marcella Coutinho; BRAGA, Cláudia; LIMA, Rosilene. *O uso do GeoGebra como ferramenta auxiliar no ensino de funções*. *REMAT: Revista Eletrônica de Matemática*, IFRS, v. 6, n. 2, 2020. Disponível em: (Periódicos IFRS). Acesso em: 7 nov. 2025.

FERNANDES, Márcia. *Semiótica: entenda o que é e para quê serve (com exemplos)*. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/semiotica/>. Acesso em: 7 nov. 2025

FLÔRES, Jozeane Candido Moreira. *Potencializando o ensino de geometria com o uso do origami modular e o software Poly Pro na construção dos sólidos de Platão* [recurso eletrônico]. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2023.

FREITAS, Suzanne de Oliveira; ALMEIDA, Tharcila de Abreu; MÓL, Antônio Carlos de Abreu; SIQUEIRA, Ana Paula Legey de. *Formação continuada de professores do ensino fundamental para o uso de tecnologias digitais na educação*. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 24, n. 16, 14 de maio de 2024. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/16/formacao-continuada-de-professores-do-ensino-fundamental-para-o-uso-de-tecnologias-digitais-na-educacao>. Acesso em: 6 nov. 2025.

FURTADO, Patrícia. *Vamos juntos, Profe: Projetos Integradores: Matemática e suas Tecnologias*. Patrícia Furtado, Juliana Facanali, Eliane Gonçalves. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2020.

GABRIEL, Giselle Alves de Freitas. *Aprendizagem significativa da geometria espacial: análise de uma sequência didática para o ensino médio*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

GEOGEBRA. *[Animação no GeoGebra: Planificação dos Sólidos de Platão]*. [S. l.: s. n.], s.d. Recurso interativo on-line (GeoGebra Classic). Disponível em: <https://www.geogebra.org/classic/vtctasgh>. Acesso em: 9 nov. 2025.

GRAVINA, Maria Angélica. *O uso do software GeoGebra em atividade de modelagem: uma possibilidade para a educação interdisciplinar?* Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE), Porto Alegre, v. 9, n. 2, 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/21917>. Acesso em: 7 nov. 2025.

IPED. *O que são poliedros?* Preparatório ENEM. Disponível em: <https://www.iped.com.br/materias/enem-gratis/poliedros.html>. Acesso em: 9 nov. 2025.

KAHOOT!. *[Captura de tela da página de detalhes de um kahoot]*. [S. l.: s. n.], 2025. Imagem digital (captura de tela). Disponível em: <https://create.kahoot.it/details/5c245100-c288-4ef8-9a24-2219eb17ca17?drawer=>. Acesso em: 9 nov. 2025.

KOEHLER, Samuel Bueno. *Relação de Euler*. Quizur, 16 maio 2024. Disponível em: <https://pt.quizur.com/trivia/relacao-de-euler-1mMx9>. Acesso em: 7 nov. 2025.

LUDLE, Menga. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo – SP: E.P.U., 2012.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. *Novas tecnologia na educação: reflexões sobre a prática*. Maceió: Edufal, 2002.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo. *Modelagem em Educação Matemática*. João Frederico da Costa Azevedo Meyer, Ademir Donizeti Caldeira, Ana Paula dos Santos Malheiros. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14 ed. São Paulo: SP, Hucitec, 2014.

MOISÉS, Lucia. *Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática*. Campinas – SP: Papyrus, 1997.

MORAN, José Manuel. *Novas Tecnologias e mediação pedagógica*. José Manuel Moran, Marcos T. Masetto, Marilda Aparecida Behrens. – 21ª ed. Ver. E atua. Campinas, SP: Papyrus, 2013.

MORETTI, Mérciles T. Sobre o livro “*Semiose e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagem intelectual*” de Raymond Duval: estudo hermenêutico da Introdução e Capítulo I. *RECEM – Revista Catarinense de Educação Matemática*, v. 4, n. 5, p. 2–25, 2025. DOI: 10.37001/recem.v4i5.4454.

NETO, Antonio Caminha Muniz. *Geometria*. Rio de Janeiro: SBM, 2013.

NOTH, Winfried. *Panorama da Semiótica: de Platão a Pierce*. 4ª Edição. São Paulo: Annablume, 2003.

OLIVEIRA, Adriano Bechara de. *Geometria espacial de posição: uma sequência didática utilizando o GeoGebra*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

OLIVEIRA, Raul Rodrigues de. **Sólidos de Platão**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/os-solidos-platao.htm>. Acesso em: 7 nov. 2025.

PEREIRA, Givaldo da Silva. *Modelo TPACK na formação de professores: possibilidade para fomentar o uso das tecnologias digitais no ensino de geometria nos anos iniciais*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) — Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2022.

PIERCE, Charles Sandres. *Semiótica*. São Paulo: Perspectivas, 2005.

PEIRCE, Charles Sanders. *Semiótica*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003. (clássico em português com a tricotomia signo–objeto–interpretante e a divisão ícone/índice/símbolo).

POPE, Catherine. *Pesquisa qualitativa na atenção à saúde*. Porto Alegre, 3 ed. Artmed, 2009.

PROGRAMA TCC. *Técnicas de pesquisa qualitativa*. Formate seu TCC em 20 Minutos, 20 mar. 2019. Disponível em: <https://programatcc.com.br/tecnicas-de-pesquisa-qualitativa/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

QUEIROZ, João. *Classificações de signos de C. S. Peirce*. *Cadernos de Tradução*, 2007. Disponível em: SciELO. Acesso em: 7 nov. 2025

RAMOS, José Pedro. *Os quatro elementos no contexto dos Sólidos Platônicos* [imagem digital]. 2011. Disponível em: <https://ae-josesanches-svb.blogspot.com/2011/12/solidos-platonicos.html> . Acesso em: 7 nov. 2025.

RODRIGUES, Diviane Maria Dias. *Reflexão de uma prática interdisciplinar e contextualizada para o ensino de geometria de posição e sólidos de Platão*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

SANTAELLA, Lucia. *O que é Semiótica?* 32ª Reimpressão da 1ª Edição. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTAELLA, Lucia. *Semiótica Aplicada*. 7ª Impressão da 1ª Edição. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

SANTOS, Ricardo Almeida dos. *Ensino de pirâmides no ensino médio: uma sequência didática apoiada na teoria de registro de representação semiótica*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

SCALABRIN, Ana Maria Mota Oliveira. *Geometria espacial com o software GeoGebra 3D: análise dos processos de ensinar e de aprender no Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) — Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2019.

SCHUNK, Thaciane Jähring. *Produção de significados para poliedros de Platão e relação de Euler numa abordagem utilizando a história da matemática no ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória, 2021.

SILVEIRA, Lauro Frederico Barbosa da. *Curso de Semiótica Geral*. São Paulo: Quartier Latin, 2007.

SILVA, Mariana do Nascimento; MONTENEGRO, Juliana Azevedo. *Conversão e tratamento de registros de representações semióticas: resoluções de situações-problema com conversão de expressões numéricas*. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL EM PERNAMBUCO (EPEPE), 8., 2021, Recife. Anais... Recife: Fundação Joaquim Nabuco / Realize Editora, 2021. p. 4308–4331. GT 14 – Educação Matemática. ISSN 2176-8153.

TAMIR, Rotem. *Build a “Kahoot!” Clone with AngularJS and Firebase*. *Medium*, 12 set. 2015. Disponível em: <https://rotemtam.medium.com/build-a-kahoot-clone-with-angularjs-and-firebase-b8b30891d968>. Acesso em: 9 nov. 2025.

TORI, Romero. *Educação sem distância. As tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem*. São Paulo - SP: Editora Senac, 2010.

TORRES, Renato Gamba. *Livro dinâmico de geometria espacial na plataforma GeoGebra para o ensino de prismas e pirâmides*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) — Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2023

WAGNER, Eduardo. **Construções Geométricas**. Colaboração de José Paulo Q. Carneiro. Sociedade Brasileira de Matemática. Rio de Janeiro. Graftex, 1993.

## APÊNDICE A – Questionário aplicado

**IDENTIFICAÇÃO:** \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO – PESQUISA EM CAMPO



**PESQUISADOR: Katianne Kathleen de Souza Lima**

Este documento é um instrumento para pesquisa qualitativa a respeito do conteúdo de Geometria Plana e Espacial, quanto ao seu desenvolvimento, compreensão, para escrita de trabalho a ser desenvolvido no curso de Mestrado Profissional em Matemática da Universidade Federal do Acre – UFAC.

- 1) A definição de Geometria é o ramo matemático que estuda as formas, tamanhos, posições relativas e propriedades das figuras no espaço ou no plano. Que elementos ou conceitos você lembra ter estudado em Geometria Plana e em Geometria Espacial?

---



---



---

- 2) Segundo seu entendimento, como poderia definir a importância do estudo da Geometria e suas aplicações no cotidiano escolar e fora dele?

---



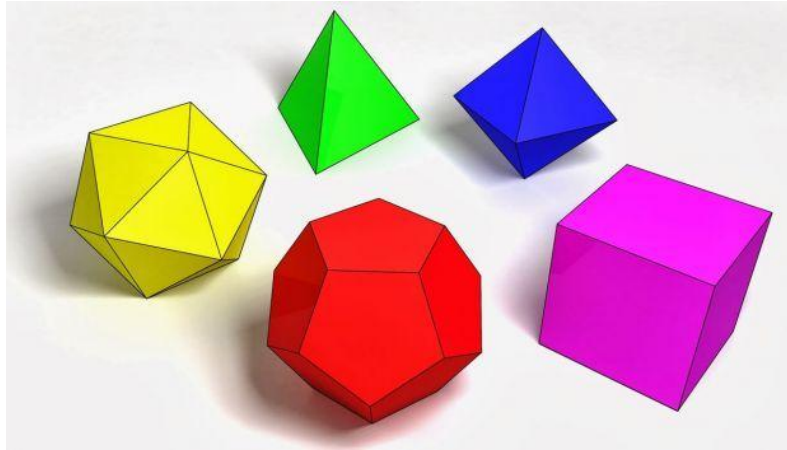
---



---

- 3) A Geometria \_\_\_\_\_ estuda figuras nas seguintes dimensões: largura e comprimento.

- 4) Analisando as figuras abaixo, como você as define? Sabe quantas dimensões possuem? Cite-as.



<https://www.iped.com.br/materias/enem-gratis/poliedros.html>

---

---

---

---

---

- 5) Dentro da Geometria, articulado por diversas pesquisas e levantamentos, temos os Sólidos de Platão. Você já conhece esses sólidos?

Sim (      )

Não (      )

Se sua resposta, foi sim. Que legal. Indique um objeto do seu cotidiano que contenha a forma de um desses sólidos.

---

---

- 6) Sabendo que na Geometria temos as Figuras e os Sólidos, de que forma você poderia definir cada, segundo as suas características?

---

---

---

---

---

---

**APÊNDICE B - DIVISÃO DOS GRUPOS****NOME:** \_\_\_\_\_

COMPONENTES DO GRUPO:

---

---

---

---

Eu represento o fogo, com os elementos necessários para que um fogo ocorra e se sustente: calor, oxigênio, combustível e uma reação química em cadeia. Quem eu sou?

**NOME:** \_\_\_\_\_

COMPONENTES DO GRUPO:

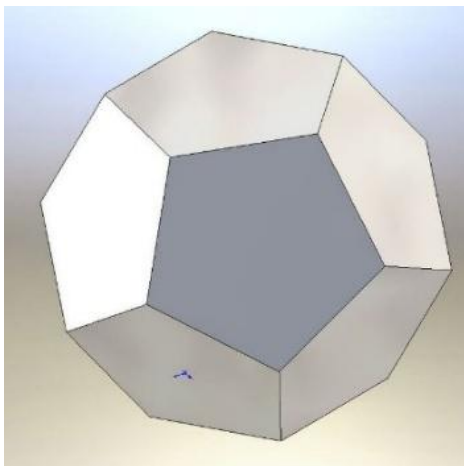
---

---

---

---

Eu represento o universo segundo Platão e sou o último dos cinco sólidos platônicos, sendo eu considerado o mais harmonioso. Como me chamo?



**NOME:** \_\_\_\_\_

COMPONENTES DO GRUPO:

---

---

---

---

Eu represento a Terra para Platão, acreditava-se que os "átomos" de terra teriam a minha forma, permitindo assim, que todas se encaixem perfeitamente uns nos outros. Quem eu sou?



**NOME:** \_\_\_\_\_

COMPONENTES DO GRUPO:

---

---

---

---

Eu represento para o filósofo grego Platão, o elemento água, sendo a forma que compunha este elemento em sua filosofia e na biologia, muitos micro-organismos possuem a minha forma. Quem eu sou?



**NOME:** \_\_\_\_\_

COMPONENTES DO GRUPO:

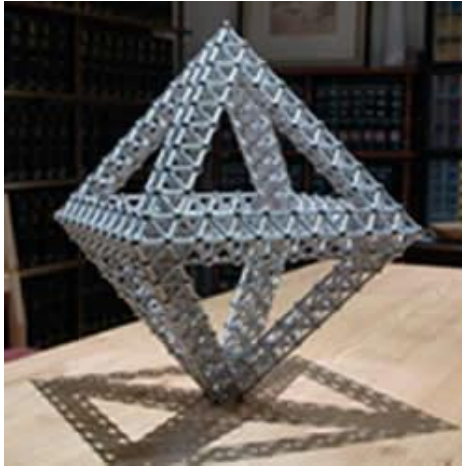
---

---

---

---

Eu represento, de acordo com o filósofo grego Platão, o elemento ar, estando associado à inspiração, ao poder mental e ao equilíbrio. Quem eu sou?



**NOME:** \_\_\_\_\_  
**COMPONENTES DO GRUPO:**

---

---

---

---

APÊNDICE C – QUESTÕES DO KAHHOT



**✓ Correto**

Os sólidos de Platão são poliedros regulares. Dos poliedros a seguir, são considerados sólidos, exceto:

<input type="checkbox"/> dodecaedro.	<input type="checkbox"/> tetraedro
<input checked="" type="checkbox"/> paralelepípedo	<input type="checkbox"/> icosaedro.

**RELAÇÃO DE EULER**



**✓ Correto**

Qual poliedro com 4 vértices e 6 arestas em relação ao seu número de faces, onde as faces são triângulos equiláteros?

<input type="checkbox"/> Prisma 4 faces	<input checked="" type="checkbox"/> Tetraedro 4 faces
<input type="checkbox"/> Hexaedro 5 faces	<input type="checkbox"/> Pirâmide 4 faces



**✓ Correto**

Qual dos objetos abaixo pode ser considerado um sólido de platão?

<input checked="" type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> E
<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> D



**✓ Correto**

Qual é a característica principal dos sólidos de Platão?

<input type="checkbox"/> Todas as faces são diferentes	<input checked="" type="checkbox"/> Todas as faces são polígonos regulares iguais
<input type="checkbox"/> Têm sempre mais de 6 faces	<input type="checkbox"/> São todos prismas



**✓ Correto**

Quantos sólidos de Platão existem?

4	6
<b>5</b>	7



**✓ Correto**

Qual desses é um sólido de Platão?

Prisma hexagonal	Pirâmide quadrangular
Cilindro	<b>Cubo</b>



**✓ Correto**

Os sólidos de Platão estão associados a quê na filosofia grega?


<b>Elementos da natureza</b>	Elementos zodiacos
Elementos químicos	Elementos de constelações



**✓ Correto**

Qual sólido de Platão pode ser construído a partir da planificação de 12 pentágonos e 30 segmentos de reta?

Icosaedro	<b>Dodecaedro</b>
Octaedro	Prisma



**✓ Correto**

A planificação de um tetraedro é formada por:

3 triângulos equiláteros	6 quadrados
<b>4 triângulos equiláteros</b>	12 pentágonos



**✓ Correto**

Se você vê uma planificação formada por 20 triângulos equiláteros, qual sólido de Platão será formado ao dobrá-la?

Hexaedro	<b>Icosaedro</b>
Dodecaedro	Tetraedro



**✓ Correto**

O octaedro pode ser planificado em uma figura que se parece com:

Um pentágono rodeado de 8 quadrados	Uma cruz formada por 6 quadrados
Um círculo dividido em 20 partes	<b>Uma estrela formada por 8 triângulos equiláteros</b>



**✓ Correto**

Quantos pentágonos aparecem na planificação de um dodecaedro regular?

9	11
10	<b>12</b>

**Sólidos de Platão**

Octaedro      Tetraedro      Dodecaedro

**✓ Correto**

Platão associou cada um dos cinco sólidos aos elementos fundamentais da natureza, qual destes não é:

chuva	fogo
terra	ar

**✓ Correto**

Para Platão, os cinco sólidos regulares eram para ele a base para a construção de que:

Cidades	Universo
Humanidade	Natureza

**✓ Correto**

O sólido abaixo tem suas faces, arestas e vértices segundo as propriedades de Platão. Quantas são elas?

6, 8, 12	8, 12, 6
7, 10, 14	10, 8, 12

**✓ Correto**

Um poliedro pode ser classificado como convexo ou côncavo, dependendo do seu formato. Veja alguns poliedros, eles são:

Convexo, Convexo e côncavo.	Convexo, convexo e côncavo.
Côncavo, côncavo e convexo.	Convexo, côncavo e convexo.



**✓ Correto**

Um garimpeiro encontrou uma pedra preciosa e possui o formato abaixo . Qual a soma do número de faces e arestas?

12	<b>20</b> ✓
16	24



**✓ Correto**

A figura abaixo está planificada em quais aspectos?

Plano e bidimensional	Plano e analítico
Espacial e tridimensional	<b>Plano e espacial</b> ✓



**✓ Correto**

A construção abaixo representa um sólido de Platão?

<p>✗</p> <p>Sim, pois ele tem faces triangulares e retangulares como um tetraedro.</p>	<p>✗</p> <p>Não. Pois ele só possui 3 faces congruentes.</p>
<p>✓</p> <p>Sim, pois ele é um Cubo com todas as suas faces iguais.</p>	<p>✗</p> <p>Não. Ele tem formato retangular e plano.</p>



**✓ Correto**

Um poliedro convexo possui 20 faces e 12 vértices, então o número de arestas desse poliedro é:

20	28
24	<b>30</b> ✓

## APÊNDICE D – RELATÓRIO KAHHOT

15/10/2025, 15:40

Relatórios — Kahoot!

# SÓLIDOS DE PLATÃO

Ao vivo (Modo de equipe) • Organizado por katikath2015

**52%**

Respostas corretas

**5/6**

Não concluiu

**1**

Ajuda necessária

**8**

Perguntas difíceis

### Jogadores (6)

Apelido	Classificação	Acertou %	Não respondido	Pontuação final
Octaedro	1	70%	1	12314
Pirâmide ...	2	70%	1	11936
icosaedro	3	60%	0	10459
Dodecae...	4	55%	1	9643
CUbo	5	55%	2	9394
Dodecae...	6	0%	20	0

## Perguntas (20)

	Pergunta	Tipo	Respostas corretas
1	Os sólidos de Plat...	Quiz	50%
2	Qual poliedro com...	Quiz	33%
3	Qual dos objetos a...	Quiz	50%
4	Qual é a caracterís...	Quiz	83%
5	Quantos sólidos d...	Quiz	83%
6	Qual desses é um ...	Quiz	83%
7	Os sólidos de Plat...	Quiz	67%
8	Qual sólido de Pla...	Quiz	33%
9	A planificação de ...	Quiz	50%
10	Se você vê uma pl...	Quiz	50%
11	O octaedro pode s...	Quiz	83%
12	Quantos pentágo...	Quiz	83%
13	Platão associou ca...	Quiz	83%

<https://create.kahoot.it/user-reports/live-game/5c245100-c288-4ef8-9a24-2219eb17ca17/c35a84f0-f78e-471d-97e6-eb38dce3eeb8/17603882139...> 1/2

15/10/2025, 15:40

Relatórios — Kahoot!

	Pergunta	Tipo	Respostas corretas
14	Para Platão, Gnbs...	Quiz	17%
15	O sólido abaixo te...	Quiz	33%
16	Um poliedro conv...	Quiz	33%
17	Um <b>Gnbsp;</b>...	Quiz	17%
18	Um garimpeiro en...	Quiz	17%
19	A figura abaixo est...	Quiz	0%
20	A construção abai...	Quiz	83%

## **ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

#### **Convite para participar da pesquisa**

Convidamos você a participar da pesquisa intitulada “Processo de construção envolvendo os Sólidos de Platão sob o prisma da Teoria dos Registros de Representação Semiótica em atividades laboratoriais de uma turma de 2º ano do Ensino Médio”.

A pesquisadora responsável é Katianne Kathleen de Souza Lima (Matrícula 20232100005, CPF 885.566.622-34), que pode ser contatada pelo telefone (68) 99956-0302 e pelo e-mail [katianne.lima@sou.ufac.br](mailto:katianne.lima@sou.ufac.br).

Solicitamos que você leia atentamente este Termo. Se estiver esclarecido(a) e concordar em participar, assine a última página e rubrique as demais páginas em duas vias.

#### **Informações sobre a pesquisa**

##### **Objetivo e justificativa.**

Investigar como a integração de tecnologias digitais (com ênfase no GeoGebra 3D) e materiais concretos, articulada à Teoria dos Registros de Representação Semiótica, contribui para a aprendizagem de Geometria Espacial sobre os Sólidos de Platão no 2º ano do Ensino Médio. A revisão de literatura indica lacunas na explicitação das conversões entre registros 2D–3D e na avaliação dessas conversões, o que justifica este estudo.

##### **Procedimentos de coleta e análise.**

A participação envolve atividades em sala de aula, em laboratório/sala de informática com GeoGebra 3D, construção/planificação de sólidos com materiais concretos, registros das produções (observações, fotografias e/ou gravações de áudio/vídeo das atividades), além de questionário breve sobre a experiência. As análises se concentrarão nas evidências de aprendizagem e nas conversões de registros mobilizadas nas tarefas.

##### **Participação voluntária.**

A sua participação é voluntária e consiste em realizar as atividades propostas nas aulas/encontros previstos, autorizando a coleta dos registros acima descritos. Público-alvo: alunos do 2º ano do Ensino Médio.

### **O uso dos dados.**

Os dados serão utilizados exclusivamente para fins desta pesquisa e os resultados poderão ser publicados em eventos e/ou periódicos científicos, preservando a identidade dos participantes.

### **Riscos, benefícios, providências e assistência**

Podem ocorrer desconfortos mínimos (cansaço, exposição de imagem/voz durante as atividades). Para minimizar riscos, as coletas focam as atividades pedagógicas; a participação pode ser interrompida a qualquer momento; e a divulgação usará pseudônimos. Durante a pesquisa, os(as) participantes terão acompanhamento da pesquisadora em todas as sessões e, após o encerramento, manter-se-á acesso a esclarecimentos e devolutivas pedagógicas pertinentes.

### **Garantias aos(às) participantes:**

- Você é livre para recusar ou retirar o consentimento em qualquer fase, sem penalidade.
- Sua privacidade e sigilo serão mantidos durante e após a pesquisa.
- Não haverá pagamento nem custos pela participação; eventuais despesas serão ressarcidas.
- Em caso de dano decorrente da pesquisa, haverá indenização conforme a legislação brasileira.
- Após assinado por você e pela pesquisadora responsável, você receberá uma via deste TCLE.

### **Contatos**

Pesquisadora responsável: Katianna Kathleen de Souza Lima — Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (Área: Matemática). E-mail: [katianna.lima@sou.ufac.br](mailto:katianna.lima@sou.ufac.br) | Telefone/WhatsApp: (68) 9 9956-0302.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva (UFAC).

CEP-UFAC: Bloco da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, sala 26, Rio Branco-AC, CEP 69.915-900. Telefone (68) 99243-8264 | [cep@ufac.br](mailto:cep@ufac.br). CONEP: (61) 3315-5877 | [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br).

Plataforma Brasil/CEP: CAAE: \_\_\_\_\_ | Parecer: \_\_\_\_\_.

**Declaração do Pesquisador Responsável**

Eu, Katianne Kathleen de Souza Lima, CPF 885.566.622-34, declaro cumprir as exigências éticas dos itens IV.3 e, quando pertinente, IV.4 da Resolução CNS nº 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

**Consentimento do(a) participante da pesquisa**

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, CPF nº \_\_\_\_\_, declaro ter sido plenamente informado(a) e esclarecido(a) sobre a pesquisa e consinto livremente em participar.

**Assinatura do(a) Participante:** \_\_\_\_\_

**Assinatura da Pesquisadora Responsável:** \_\_\_\_\_

Rio Branco-AC, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2025.

**ANEXO B: FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DA MESTRANDA**

**Universidade Federal do Acre**  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPEG  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - CCBN

---

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM

---

**Formulário para apresentação de mestrandos no local de pesquisa**

DE: Prof. Dr. Pierre André Garcia Pires

Coordenador Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática –  
MPECIM

---

**PARA:** Marcos Lucas da Silva  
Diretor da Escola Armando Nogueira


**ASSUNTO:** Apresentação da mestranda **Katianne Kathleen de Souza Lima** – Matrícula  
20232100005, Turma 2023 para desenvolver sua pesquisa de mestrado.

Senhor Diretor,

Vimos por meio deste, apresentar a mestranda **Katianne Kathleen de Souza Lima** - Turma 2023, portador (a) do CPF: 885.566.622-34, com o tema – Processo formativo envolvendo os sólidos de Platão sob o prisma dos Registros de Representação Semiótica em atividades laboratoriais de uma turma de 2º ano do Ensino Médio, sob a orientação do Profº Dr. Sandro Ricardo Pinto da Silva, para que a referida mestranda possa desenvolver sua pesquisa nesta escola.

Por fim, caso a Direção deseje outras informações, nos colocamos à disposição pelo e-mail: [ppg.pecim@ufac.br](mailto:ppg.pecim@ufac.br) ou pelo contato (68) 99999-5995.

Atenciosamente,

 Documento assinado digitalmente  
**PIERRE ANDRÉ GARCIA PIRES**  
Data: 15/09/2025 17:47:00 0300  
Verifique em: <https://validar.it.gov.br>

**PROF. DR. PIERRE ANDRÉ GARCIA PIRES.**  
Coordenador Pró- tempore  
Portaria nº 2823, de 05 de agosto de 2025

---