

Campus Nilópolis

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*

em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional no Ensino de Ciências

CLÁUDIO APRIGIO DA SILVA

**Aprendizagem do conceito de prisma
em abordagem de ensino por
investigação, com ludicidade e
interatividade**

NILÓPOLIS – RJ

2025

CLÁUDIO APRIGIO DA SILVA

Aprendizagem do conceito de prisma em abordagem de ensino por investigação, com ludicidade interatividade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências, modalidade profissional, do Campus Nilópolis do Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologia do Rio de Janeiro, como cumprimento parcial das exigências para a conclusão do curso.

NILÓPOLIS - RJ

2025

CIP - Catalogação na Publicação

S586a Silva, Cláudio Aprigio da
Aprendizagem do conceito de prisma em abordagem de ensino
por investigação, com ludicidade e interatividade / Cláudio Aprigio
da Silva - Nilópolis, 2025.
64 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Vilmar Gomes da Fonseca.
Dissertação - (mestrado), Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2025.

1. Matemática (Ensino fundamental). 2. Investigação -
Matemática. 3. Interatividade. 4. Ludicidade. 5. Geogebra
(Software). I. Fonseca, Vilmar Gomes da, **orient.** II. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III.
Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
- Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615

CLAUDIO APRIGIO DA SILVA

**APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PRISMA EM ABORDAGEM DE ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO, COM LUDICIDADE E INTERATIVIDADE**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em: 29/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **VILMAR GOMES DA FONSECA**
Data: 29/04/2025 19:26:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Vilmar Gomes da Fonseca (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **MARIA CRISTINA DO AMARAL MOREIRA**
Data: 30/04/2025 09:11:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Maria Cristina do Amaral Moreira (Membro Interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **MARIA BEATRIZ DIAS DA SILVA MAIA PORTO**
Data: 30/04/2025 00:18:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Maria Beatriz Dias da Silva Maia Porto (Membro Externo)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

**LUIS FABIAN
GUTIERREZ
FALLAS (FIRMA)**

Firmado digitalmente
por LUIS FABIAN
GUTIERREZ FALLAS
(FIRMA)
Fecha: 2025.05.05
11:27:10 -06'00'

Prof. Dr. Luis Fabián Gutiérrez Fallas (Membro Externo)
Universidade da Costa Rica (UCR)

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida no âmbito do Projeto *TechschooI* – *Tecnologia na escola e Formação de professores*, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRJ com a referência CAAE: 52085121.6.0000.5268.



DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus pelo auxílio em toda esta jornada. Agradeço à minha esposa, Fernanda Aprigio, por seu apoio, ao meu pai, Carlos Alberto Aprigio, à minha mãe, Maria de Lourdes Santana (in memoriam), e ao meu irmão, Carlos Henrique Aprigio (in memoriam), por acreditarem em mim. Estendo meus agradecimentos aos professores Vilmar Fonseca e Valéria Vieira pelo incentivo e orientação, ao pastor Allan Accioly da Igreja Presbiteriana Esperança pelos ensinamentos, e aos colegas de turma de mestrado pela parceria enriquecedora. Também agradeço aos amigos que me apoiaram e incentivaram ao longo do percurso.

EPÍGRAFE

“A Geometria existe por toda a parte. É preciso, porém, olhos para vê-la, inteligência para compreendê-la e alma para admirá-la.”

Johannes Kepler

RESUMO

Este texto apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa sobre o impacto da combinação de tarefas exploratórias, recursos manipuláveis e GeoGebra na aprendizagem do conceito de prisma por alunos do 9º ano. Baseado em uma experiência de ensino investigativo, o estudo promoveu um ambiente de aprendizagem lúdico e interativo. A coleta de dados incluiu produções escritas e digitais dos alunos, transcrições de aulas gravadas e notas de campo do pesquisador. A análise considerou dois elementos essenciais no ensino investigativo de Matemática: a formulação e a aplicação de conjecturas. Em geral, materiais manipuláveis e o uso do GeoGebra ajudaram os alunos a formular conjecturas sobre prismas. Foram usados esses recursos para ilustrar conceitos e esclarecer dúvidas, validando as conjecturas durante a interação com os alunos. A maioria dos alunos aplicou regras de definição para analisar afirmações sobre prismas e resolver problemas de volume. No entanto, eles tiveram dificuldades na generalização algébrica de conjecturas, como na determinação da área total da superfície do prisma. Este estudo busca contribuir para a investigação em Educação Matemática, mostrando como integrar ludicidade e interatividade para potencializar a aprendizagem matemática.

Palavras-chave: Aprendizagem de prisma; Investigação em Matemática; Recursos didáticos manipuláveis; GeoGebra.

ABSTRACT

This text presents the results of a qualitative research study aimed at understanding the impact of combining exploratory tasks, integrating manipulable teaching resources and GeoGebra, on the learning of 9th-grade students regarding the concept of a prism. The study was based on an inquiry-based teaching experience, using these resources to promote a learning environment with playfulness and interactivity. Data collection included students' written and digital productions related to the tasks, transcripts of audio-recorded class episodes, and the researcher's field notes. The qualitative analysis considered two elements referred to in the literature as essential in inquiry-based Mathematics teaching: the formulation and application of conjectures. Overall, the manipulable materials and the use of GeoGebra contributed to students' formulation of conjectures about prisms. Additionally, the teacher benefited from these resources to illustrate concepts and clarify doubts, assisting in the validation of conjectures during interactions with students. Most students were able to apply definition rules to analyze statements about prisms and judge their truthfulness, as well as use the volume formula to solve problems. However, difficulties were observed in the algebraic generalization of conjectures, such as determining the total surface area of the prism. As an educational implication, this study seeks to contribute to research in Mathematics Education, shedding light on how to structure teaching experiences that integrate playfulness and interactivity, enhancing mathematical learning.

Keywords: Prism learning; Inquiry teaching; Manipulable teaching resources; GeoGebra.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- forma ilustrativa tridimensional e planificação de um prisma	18
Figura 2- Esquema que relaciona os tipos de tarefas com seu grau de desafio e abertura.....	23
Figura 3- Diálogo entre Fernanda e o pesquisador durante exploração do material lúdico	41
Figura 4- Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração com GeoGebra	42
Figura 5- Reposta da aluna Marcela à Q_3T_4	44
Figura 6- Reposta da aluno Silvio à Q_3T_4	44
Figura 7- Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração material lúdico	45
Figura 8- Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração do GeoGebra	Erro! Indicador não definido.
Figura 9- Resposta de Amanda, Elizabeth, Jordana, Maria e Margarida à Q_2T_6	47
Figura 10- Reposta do grupo Francisca, Jordana e Vera à Q_3T_9	48
Figura 11- Resposta da aluna Fernanda à Q_3T_{10}	Erro! Indicador não definido.
Figura 12- Diálogo entre as alunas e pesquisador e ilustração do agrupamento das garrafas pet durante exploração do puff.....	50
Figura 13- Resposta de Bryan, Margarete e Paulo à Q_6T_9	52
Figura 14- Resposta da aluna Fernanda à Q_3T_{10}	52
Figura 15- Resposta do aluno Paulo à Q_3T_{10}	53
Figura 16- Ilustração da capa do produto educacional.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição das tarefas (identificadas por T_i , $i = 1, 2, \dots, 10$) na experiência de ensino.....	37
Tabela 2- Instrumento de recolha de dados	38
Tabela 3- Categorias da análise de dados	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 A APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL	17
2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PRISMAS	18
2.3 O ENSINO DE MATEMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO	20
2.4 ASPECTOS QUE REGEM O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM MATEMÁTICA...	22
2.5 ENSINO EXPLORATÓRIO: UMA PRÁTICA QUE FAVORECE A INVESTIGAÇÃO EM MATEMÁTICA.....	25
2.6 LUDICIDADE E INTERATIVIDADE NO ENSINO DE MATEMÁTICA	28
2.7 SÍNTESE	30
3 METODOLOGIA	31
3.1 ABORDAGEM QUALITATIVA E INTERPRETATIVA.....	31
3.2 EXPERIÊNCIA DE ENSINO.....	31
3.3 CONTEXTO E PARTICIPANTES.....	32
3.4 A SEQUÊNCIA DE TAREFA E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS	33
3.5 A EXPERIÊNCIA DE ENSINO REALIZADA	35
3.6 PROCESSO DE RECOLHA DE DADOS	38
3.7 PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS	38
3.8 QUESTÕES ÉTICAS.....	39
3.9 SÍNTESE	40
4 RESULTADOS.....	41
4.1 DEFINIÇÃO DE PRISMA	41
4.2 ÁREA DA SUPERFÍCIE DE UM PRISMA	45
4.3 VOLUME	50
4.4 SÍNTESE	53
5 CONCLUSÕES DO ESTUDO.....	55
6 PRODUTO EDUCACIONAL	57
6.1 OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL	58
6.2 POR QUE ESTE PRODUTO EDUCACIONAL FOI PENSADO PARA O ALUNO?	
.....	58
6.3 ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL	58
7 REFLEXÕES FINAIS.....	60
REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE.....	66

APRESENTAÇÃO

Minha formação acadêmica é diversificada e reflete meu compromisso com a educação. Sou graduado em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ - Campus Nilópolis), onde desenvolvi uma base sólida em princípios científicos e suas aplicações. Além disso, obtive o título em Pedagogia pela Faculdade Internacional Signorelli (FISIG) e, de forma similar, formei-me em Matemática pelo IFRJ - Campus Paracambi.

Atualmente, sou mestrando em Ensino de Ciências no IFRJ - Campus Nilópolis, onde investigo novas abordagens para o ensino, com ênfase na prática investigativa mediada por materiais manipuláveis e pelo uso da tecnologia.

Minha trajetória profissional é marcada pela docência em diferentes contextos. Leciono Matemática e Física para alunos do 5º ao 9º ano do Ensino Fundamental e do Ensino Médio em escolas da rede pública municipal de Nova Iguaçu e da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro. Em minha prática docente, busco integrar metodologias ativas ao ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e efetivas para os alunos. Estou sempre em busca de novas formas de aprimorar minha prática docente e contribuir para a formação cidadã dos meus alunos. Meu objetivo é inspirá-los e capacitá-los, tornando-os agentes de mudança em suas realidades.

Escolhi investigar o conceito de prisma no 9º ano do Ensino Fundamental devido à minha formação em Matemática e Física, áreas nas quais a compreensão das formas geométricas e suas propriedades é fundamental. Essa etapa da escolarização é crucial para o desenvolvimento dos alunos, pois marca a transição do Ensino Fundamental para o Ensino Médio. A Geometria, em particular, proporciona uma excelente oportunidade para explorar conceitos que vão além da teoria, com aplicações práticas no cotidiano.

Além disso, a abordagem dos prismas pode ser explorada de forma lúdica e interativa, alinhando-se à minha proposta de tornar o ensino mais dinâmico. O uso de atividades exploratórias, como a exploração das formas bidimensionais e tridimensionais dos prismas, contribui para a compreensão de suas propriedades geométricas, incluindo áreas e volumes, além de suas aplicações em diferentes contextos científicos e do cotidiano.

Acredito que esta pesquisa não apenas enriquecerá minha prática docente, mas também contribuirá para o desenvolvimento de habilidades críticas nos alunos, permitindo que percebam a Matemática e a Física como disciplinas interconectadas e relevantes para suas vidas. Meu objetivo é criar um ambiente de aprendizado que estimule a curiosidade e a exploração, promovendo uma compreensão mais profunda do conceito de prisma e sua importância na Geometria.

1 INTRODUÇÃO

A Geometria Espacial é um dos principais ramos da Matemática, focado no estudo das propriedades e relações entre figuras no plano e no espaço (Battista, 2007). Dentro desse contexto, os prismas se destacam como elementos fundamentais, especificamente como base para a compreensão de conceitos mais avançados, como poliedros e sólidos de revolução (Brunheira; Ponte, 2018). Sua relevância vai além da teoria, uma vez que possuem diversas aplicações práticas em áreas como arquitetura e design de embalagens tridimensionais (Battista, 2007).

No entanto, pesquisas recentes apontam que os alunos enfrentam dificuldades no aprendizado da Geometria Espacial, especialmente no que se refere aos prismas.

Essas dificuldades são atribuídas, em grande parte, à natureza complexa dos conceitos geométricos e ao desenvolvimento inadequado da visualização bidimensional e tridimensional, bem como do cálculo geométrico associado (e.g. Brigo; Nehring; Battisti, 2024; Brunheira; Ponte, 2018; Heck; Kaiber, 2019; Santos et al., 2024; Settimy; Bairral, 2022). Tais dificuldades são frequentemente potencializadas por um modelo de ensino que se limita à exposição de conteúdo, sem promover a interação dos alunos ou a construção de significado.

Diante desse cenário, é fundamental que o ensino de prismas vá além da mera memorização de fórmulas, priorizando abordagens que integrem experiências práticas e conectem os conceitos geométricos a situações do cotidiano (BRASIL, 2018; Brunheira; Ponte, 2018). Nesse sentido, o ensino por investigação emerge como uma abordagem promissora, permitindo que os alunos explorem, questionem e construam conhecimento de forma ativa, por meio de experiências práticas e reflexivas (Ponte; Brocado; Oliveira, 2009).

A utilização de recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais, como o GeoGebra, potencializa essa abordagem para facilitar a visualização e a interação com representações geométricas (Murari, 2011; Santos et. al., 2024). Esses recursos estão direcionados para a criação de ambientes de aprendizagem dinâmica, ampliando as possibilidades de compreensão dos conceitos geométricos (Lorenzato, 2006; Silva; Gaspar; Fonseca, 2022).

Nesse contexto, este estudo propõe uma experiência de ensino por investigação que integra o uso de recursos manipuláveis e o GeoGebra, promovendo

a aprendizagem do conceito de prisma entre alunos do 9º ano de uma escola pública situada no município de Mesquita no estado do Rio de Janeiro. A hipótese que norteia esta pesquisa é que a combinação de recursos didáticos lúdicos e interativos facilitará a formulação de conjecturas sobre prismas pelos alunos e sua aplicação na resolução de problemas.

A justificativa para esta investigação reside na necessidade de superar as dificuldades enfrentadas pelos alunos no aprendizado de Geometria Espacial, oferecendo um ensino que favorece a construção de significado e a aplicação prática dos conceitos. A motivação para realizar o presente estudo surge da urgência de transformar a prática pedagógica, incorporando metodologias que estimulem a curiosidade e o engajamento dos alunos, contribuindo assim para um aprendizado mais significativo e duradouro.

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar como a combinação de tarefas exploratórias e dos recursos didáticos pode favorecer a aprendizagem de prismas. Como objetivos específicos busca-se: 1) Analisar a aprendizagem dos alunos acerca do conceito de prisma. 2) compreender em que medida os recursos didáticos manipuláveis e o GeoGebra contribuem para aprendizagem de prisma. 3) desenvolver uma sequência didática, que considere o ensino de matemática por investigação, que busque explorar a ludicidade e interatividade na aprendizagem do conceito de prisma.

Em particular, procura-se responder à seguinte questão: Em que medida recursos didáticos lúdicos e interativos favorecem a formulação de conjecturas sobre prismas pelos alunos e sua aplicação na resolução de problemas?

Este estudo pretende contribuir para a investigação sobre a aprendizagem da Geometria na educação básica, oferecendo sugestões sobre como estruturar experiências didáticas que integram ludicidade e interatividade, com o objetivo de potencializar a aprendizagem de prismas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresento o referencial teórico da pesquisa, abordando a aprendizagem do conceito de prisma e sua relação com o ensino de Matemática por investigação. Além disso, discuto o uso de materiais didáticos, recursos manipuláveis e tecnologias digitais como estratégias para potencializar a compreensão e a interação dos alunos no processo de ensino.

2.1 A APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL

A Geometria constitui um dos grandes ramos da Matemática, voltada ao estudo das propriedades e das relações entre figuras no plano e no espaço (Brunheira; Ponte, 2018). Os conceitos geométricos são fundamentais para a aprendizagem da Matemática, sendo amplamente aplicados na resolução de problemas práticos do cotidiano, como o uso de prismas e cilindros para modelar situações reais relacionadas à arquitetura e à engenharia (Brigo; Nehring; Battisti, 2024). Neste sentido, destaca-se, a Geometria Espacial, que estuda as figuras em três dimensões, ou seja, os objetos que ocupam um espaço tridimensional como os sólidos geométricos: cubos, esferas, pirâmides, cones, prismas e cilindros (Murari, 2011).

As orientações curriculares para o ensino de Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental, presentes na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, destacam a importância da Geometria Espacial e propõem que seu ensino vá além da simples memorização de fórmulas (BRASIL, 2018). Assim sendo, recomenda-se uma abordagem baseada em experiências práticas que relacionem os conceitos geométricos ao cotidiano dos alunos. Essa estratégia não apenas favorece a compreensão conceitual, mas também desenvolve competências fundamentais, como a visualização tridimensional e a resolução de problemas, preparando os alunos para aplicações em áreas como engenharia e arquitetura (Battista, 2007).

As contribuições da literatura para o ensino de geometria espacial são variadas. Brunheira e Ponte (2018) destacam que a compreensão de formas tridimensionais está intrinsecamente ligada ao domínio das propriedades das figuras planas, sendo fundamental para promover uma visão holística da matemática. O estudo das características específicas dos sólidos geométricos, como faces, arestas e vértices, é importante para que os alunos estabeleçam conexões entre representações bidimensionais e tridimensionais (Brigo; Nehring; Battisti, 2024).

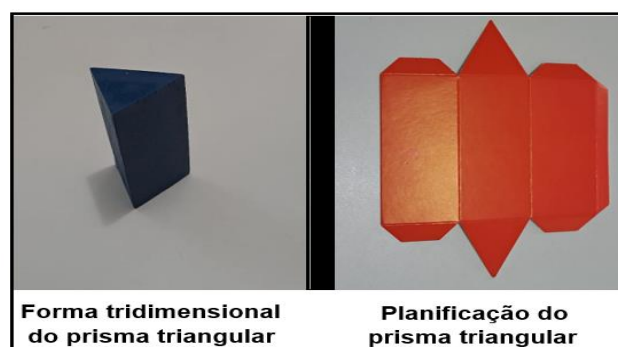
Battista (2007) destaca a importância do estudo das planificações de sólidos geométricos para o desenvolvimento da visualização espacial, habilidade essencial à compreensão de conceitos como área e volume (Murari, 2011). O domínio das técnicas e procedimentos de cálculo das figuras geométricas que compõem as planificações é fundamental para consolidar a aplicabilidade da geometria no contexto real, permitindo que os alunos resolvam problemas práticos e compreendam relações matemáticas essenciais (Brunheira, Ponte, 2018).

Apesar da importância da Geometria Espacial no currículo do Ensino Fundamental, sua aprendizagem ainda apresenta desafios. Settimy e Bairral (2022) destacam que muitos alunos têm dificuldades em estabelecer conexões entre os conceitos de geometria plana e espacial, evidenciando a necessidade de estratégias didáticas que favoreçam essa articulação. Desta feita, o estudo dos prismas é essencial, pois estão presentes em objetos do cotidiano, como embalagens e plantas arquitetônicas, além de permitir a otimização do uso de materiais. Também conecta conceitos-chave da Geometria, como polígonos, perímetro, área e o estudo das formas tridimensionais, incluindo o cálculo de volumes (Brunheira; Ponte, 2018).

2.2 ENSINO E APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE PRISMAS

Os prismas são elementos fundamentais na geometria espacial, servindo como ponto de partida para a compreensão de outros conceitos matemáticos como poliedros e sólidos de revolução (Battista, 2007). Caracterizados por duas bases paralelas constituídas por polígonos) e faces laterais que são paralelogramos, eles apresentam aplicações diversas em situações do cotidiano e no contexto profissional, como no estudo de estruturas arquitetônicas e embalagens tridimensionais (Brunheira; Ponte, 2018).

Figura 1: forma ilustrativa tridimensional e planificação de um prisma.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para o estudo dos prismas, é fundamental considerar alguns conteúdos como pré-requisitos. Entre esses, destacam-se as noções de arestas e vértices, que são conceitos indispensáveis para a compreensão das características estruturais das figuras tridimensionais. Essa base conceitual é essencial para o desenvolvimento de habilidades analíticas, necessárias para explorar propriedades geométricas, como diagonais do prisma, altura, entre outras (Brunheira; Ponte, 2018).

Outro aspecto crucial para a aprendizagem de prismas é o domínio dos conceitos de perímetro e área de polígonos. Espera-se que os alunos sejam capazes de reconhecer as formas geométricas dessas figuras (como triângulos, paralelogramos, quadrados, retângulos e losangos) e aplicar as fórmulas correspondentes para calcular seus perímetros e áreas (Settimy; Bairral, 2022). Essas habilidades são essenciais para a compreensão do conceito de volume dos prismas, capacitando os alunos a resolver problemas relacionados a esses sólidos geométricos (Brigo; Nehring; Battisti, 2024).

O estudo de prismas é fundamental para desenvolver a visualização espacial e consolidar conceitos geométricos essenciais (Brigo; Nehring; Battisti, 2024). Ao compreender e calcular áreas das faces, volumes e analisar as simetrias das figuras, os alunos devem ser capazes de resolver problemas sobre prismas de maneira crítica, integrando de forma efetiva elementos da geometria plana e espacial (BRASIL, 2018).

Entre as habilidades destacadas pela BNCC, a habilidade EF09MA19 se destaca por orientar os alunos a “Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de volumes de prismas e de cilindros retos, inclusive com uso de expressões de cálculo, em situações cotidianas” (BRASIL, 2018, p. 319). Essa habilidade está diretamente vinculada ao estudo de prismas, pois exige que os alunos desenvolvam a capacidade de calcular e interpretar medidas espaciais, ao mesmo tempo em que estabelecem conexões com contextos concretos, como arquitetura, design e engenharia.

A literatura e as orientações curriculares para o ensino de matemática destacam a importância de o aluno ser capaz de: (i) reconhecer os elementos constituintes dos prismas tridimensionais; (ii) associar os prismas às suas planificações, analisando, nomeando e comparando seus atributos; (iii) explorar as propriedades dos prismas; e (iv) aplicar os conhecimentos sobre o conceito de prismas para resolver problemas que envolvem essas figuras (BRASIL, 2018; Brunheira; Ponte, 2018).

Embora o conceito de prisma seja um conteúdo central no currículo da educação básica, a literatura aponta que os alunos enfrentam dificuldades relevantes, especialmente na visualização de formas tridimensionais e na aplicação dos cálculos algébricos necessários para determinar áreas e volumes (Heck; Kaiber, 2019; Settimy; Bairral, 2022). A dificuldade em representar e identificar as partes das figuras tridimensionais, além da confusão ao selecionar as dimensões corretas para aplicar as fórmulas de área e volume, são desafios recorrentes na aprendizagem desse conceito (Brunheira; Ponte, 2018; Settimy; Bairral, 2022).

De Settimy e Bairral (2024), as principais dificuldades no estudo de prismas envolvem a visualização de conceitos tridimensionais e a aplicação das fórmulas para cálculo de área de superfície e volume. Além disso, a diferenciação entre tipos de prismas e a aplicação dessas técnicas em problemas do cotidiano são desafios frequentemente não superados pelos alunos. Compreender essas dificuldades é fundamental para que o professor desenvolva estratégias de ensino que integrem teoria e prática, e favoreça uma aprendizagem mais efetiva (Brunheira; Ponte, 2018).

Para ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais adequada sobre os prismas e superar possíveis dificuldades, a literatura recomenda que o ensino deste conceito matemático seja estruturado com base em abordagens lúdicas e interativas, utilizando recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais (BRASIL, 2018; Settimy; Bairral, 2022).

Estas estratégias devem integrar atividades práticas e reflexivas, incentivar o trabalho colaborativo entre alunos e favorecer a construção do conhecimento de forma concreta (Brunheira; Ponte, 2018). Além disso, destaca-se a importância de estimular a formulação de conjecturas e sua aplicação na resolução de problemas, promovendo um aprendizado mais ativo e significativo (Ponte; Brocado; Oliveira, 2009).

2.3 O ENSINO DE MATEMÁTICA POR INVESTIGAÇÃO

O ensino de matemática por investigação se destaca como uma abordagem de grande relevância no atual cenário educacional (Ponte; Brocado; Oliveira, 2009). Ao possibilitar a reflexão e o posicionamento crítico dos alunos, este método vai além da mera transmissão de conhecimento, incentivando o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida acadêmica e profissional (Carvalho, 2018). As aulas são planejadas para envolver ativamente os alunos, permitindo a compreensão dos

conceitos matemáticos, o aprimoramento do pensamento crítico, a prática da argumentação e a colaboração entre os colegas (Canavarro, 2011).

Esta abordagem promove o trabalho em equipe, incentiva os alunos a questionarem, a realizarem experimentos, a verificarem informações e a formularem suas próprias conclusões, em vez de apenas memorizarem conteúdos (Skovsmose, 2000).

A definição do modelo tradicional de ensino é respaldada por diversos autores que analisam as divergências entre os modelos pedagógicos clássicos e as abordagens contemporâneas. Especificamente, estudiosos como Ponte, Brocado e Oliveira (2009) destacam que o ensino tradicional é caracterizado por uma estrutura centrada no docente, que exerce a função principal de transmissor de conhecimentos, enquanto os discentes adotam uma postura receptiva, muitas vezes passiva, em sala de aula. Tal modelo enfatiza a memorização de conteúdos, a repetição de procedimentos e a avaliação através de provas que verificam a reprodução de informações sem promover uma compreensão aprofundada dos conceitos.

Adicionalmente, os autores Ponte, Brocado e Oliveira (2009) apontam que o ensino tradicional tende a restringir a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, dificultando o desenvolvimento de habilidades críticas, criativas e de resolução de problemas. Em contraste, esse método prefere a transmissão expositiva de conteúdos, com pouca atenção às práticas experienciais, ao diálogo ou à investigação, elementos considerados essenciais para uma aprendizagem mais significativa e duradoura. Portanto, a descrição de um professor atuando como expositor de conteúdo e alunos desempenhando um papel mais passivo constitui uma síntese recorrente na literatura pedagógica, especialmente em estudos que exploram a evolução dos modelos de ensino. Tal compreensão é crucial para perceber as transformações necessárias na prática educativa, particularmente à luz das abordagens modernas que valorizam o protagonismo do aluno, a investigação e o ensino baseado em projetos (Ponte; Brocado; Oliveira, 2009).

Diferente do modelo tradicional de ensino, em que o professor é o expositor de conteúdo, na abordagem em pauta, o professor atua como orientador e apoiador, facilitando a interação entre os alunos e estimulando a construção de ideias embasadas em evidências sólidas, o que contribui para tornar a aprendizagem dos alunos mais eficaz (Carvalho, 2018).

Segundo Ponte, Brocado e Oliveira (2009) a investigação matemática em sala de aula envolve o uso de conceitos, procedimentos e representações matemáticas, sendo caracterizada pelo estilo conjectura-teste-demonstração. Normalmente, este processo pode ser dividido em quatro etapas principais:

I. Conjectura: A investigação matemática frequentemente começa com a formulação de conjecturas, que são afirmações ou hipóteses ainda não provadas, baseadas em observações ou padrões. Essas conjecturas surgem frequentemente da identificação e exploração de problemas específicos ou da extensão de resultados conhecidos. Para formulá-las, é necessário organizar dados e fazer afirmações fundamentadas.

II. Teste: Após a formulação da conjectura, a próxima etapa consiste em testar sua validade por meio de casos particulares ou da análise de exemplos específicos. O objetivo é reunir evidências que confirmem a conjectura ou, alternativamente, encontrar contraexemplos que possam refutá-la.

III. Demonstração: Se a conjectura passar no teste inicial e se mostrar válida em uma variedade de casos, o próximo passo é a prova formal que confirme sua veracidade em todos os casos possíveis, utilizando lógica matemática e princípios previamente estabelecidos. A prova deve ser geral e detalhada o suficiente para garantir que a conjectura seja válida em todas as circunstâncias.

IV. Aplicação: A aplicação da conjectura envolve usá-la para resolver problemas. Após a validação, a conjectura pode ser aplicada para resolver problemas, prever fenômenos matemáticos e expandir o conhecimento na área.

O ensino de matemática por investigação, quando bem planejado e executado, enriquece o aprendizado dos alunos sobre a matemática, capacitando-os a desenvolver um raciocínio crítico e criativo na resolução de problemas (Skovsmose, 2000). Ao investigar e explorar conceitos matemáticos de forma ativa, os alunos não apenas compreendem melhor os conteúdos, mas também adquirem a habilidade de aplicar o conhecimento matemático em situações práticas (Canavarro, 2011).

2.4 ASPECTOS QUE REGEM O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM MATEMÁTICA

Segundo Ponte (2005), dois elementos são essenciais para estruturar o ensino de matemática por investigação: o primeiro é a escolha das tarefas propostas aos alunos, juntamente com as representações e materiais associados; o segundo é a

comunicação na sala de aula, que envolve os papéis desempenhados tanto pelos alunos quanto pelo professor.

Desta maneira, as tarefas desempenham um papel central no ensino e na aprendizagem da Matemática, funcionando como instrumentos de mediação que conectam os alunos aos conceitos matemáticos (Ponte, 2005). Elas englobam projetos, questões, problemas, construções, aplicações e exercícios, oferecendo contextos intelectuais para o desenvolvimento do raciocínio matemático (Canavarro, 2011). Dependendo de como são propostas, organizadas e do ambiente de aprendizagem, as tarefas podem gerar experiências diversificadas, ajustadas às capacidades e aos conhecimentos prévios dos alunos (Zabala, 1998).

De acordo com Ponte (2005), as tarefas possuem duas dimensões fundamentais (figura 2): o grau de desafio matemático e o grau de estrutura. O desafio matemático varia entre “reduzido” e “elevado”, enquanto o grau de estrutura oscila entre tarefas fechadas (com objetivos claramente definidos) e abertas (com maior indeterminação).

Figura 2: Esquema que relaciona os tipos de tarefas com seu grau de desafio e abertura.



Fonte: Ponte (2005)

A combinação dessas dimensões resulta em quatro tipos principais de tarefas: exercícios, que são tarefas fechadas e de desafio reduzido; problemas, que são tarefas fechadas e de desafio elevado; investigativas, que são tarefas abertas e de desafio elevado; e exploratórias, que são tarefas relativamente abertas e acessíveis à maioria dos alunos.

Cada tipo de tarefa cumpre um papel específico na aprendizagem. As tarefas fechadas, como exercícios e problemas, são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio lógico e estruturado, pois promovem uma conexão rigorosa entre dados e resultados (Canavarro, 2011). Já as tarefas abertas, por sua vez, favorecem o desenvolvimento da autonomia dos alunos, estimulando a capacidade de lidar com situações complexas e de pensar de maneira crítica e independente (Ponte, 2005).

Essas tarefas abertas, ao envolverem mais indeterminação e flexibilidade, permitem que os alunos explorem diferentes abordagens e soluções para os problemas propostos (Canavarro, 2011). Por exemplo, tarefas exploratórias incentivam os alunos a formular hipóteses e investigar soluções, enquanto as tarefas investigativas aprofundam a compreensão de conceitos matemáticos por meio da resolução de problemas mais complexos (Fonseca, 2019; Skovsmose, 2000).

Para otimizar o aprendizado da matemática, o professor deve organizar sequências didáticas de tarefas que promovam um percurso de aprendizagem coerente (Ponte, 2005; Zabala, 1998). Ponte (2005) destaca que essas sequências devem possibilitar a construção de conceitos, a compreensão de procedimentos e a identificação de conexões entre conceitos matemáticos e outras áreas. Elas devem ser flexíveis e adaptáveis, permitindo ajustes de acordo com o progresso da turma e os objetivos dos alunos (Canavarro, 2011). A escolha e o planejamento criterioso das tarefas garantem a acessibilidade para todos os alunos e o estímulo ao pensamento crítico e investigativo (Ponte, 2005).

A comunicação em sala de aula é um aspecto essencial para o ensino por investigação. Oliveira, Menezes e Canavarro (2013) destacam que o professor deve conduzir a aula de maneira a promover um equilíbrio na comunicação, que ultrapasse o mero fornecimento de respostas corretas. Em uma abordagem investigativa, o professor precisa criar oportunidades para os alunos compartilharem suas ideias, debaterem entre si e desenvolverem argumentos matemáticos fundamentados (Canavarro, 2011). O questionamento, nesse contexto, torna-se uma ferramenta indispensável. O uso de perguntas abertas, que estimulam a reflexão e a investigação, auxilia no entendimento dos conceitos e permite que os alunos criem significados colaborativamente (Ponte, 2005).

O papel do professor na condução da aula, por sua vez, é multifacetado. Ele deve atuar como mediador do conhecimento, orientador e organizador das atividades em sala de aula, além de incentivar o raciocínio crítico e a colaboração entre os alunos

(Canavarro, 2011). Segundo Ponte, Brocado e Oliveira (2009), o professor que adota o ensino por investigação assume a responsabilidade de apoiar o raciocínio dos alunos, organizar as interações em sala e estimular a curiosidade investigativa. Sua atuação vai além da simples transmissão de conteúdo, criando um ambiente que favorece o desenvolvimento da autonomia e do aprendizado do aluno.

Neste contexto, o professor age como elo entre as diversas interpretações dos alunos, incentivando a construção de um conhecimento matemático mais sólido e coerente (Carvalho, 2018). Ao estimular a troca de ideias, o professor desafia os alunos a justificarem suas respostas e considerarem outras perspectivas, até alcançarem um consenso ou aprofundarem sua compreensão de conceitos matemáticos (Ponte, 2005).

Além disso, o professor tem o papel de ajudar os alunos a reorganizarem e comunicarem suas ideias com clareza e precisão, utilizando perguntas direcionadas ou exemplos que esclareçam dúvidas. Essa reformulação facilita um entendimento mais profundo e crítico por parte dos alunos (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013).

Por outro lado, o papel do aluno deve ser central e ativo (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Os alunos precisam envolver-se diretamente no processo investigativo, desenvolvendo a capacidade de conduzir pesquisas, tomar decisões e explorar caminhos de forma independente. A participação de todos é essencial para garantir que as ideias sejam exploradas produtivamente (Canavarro, 2011).

2.5 ENSINO EXPLORATÓRIO: UMA PRÁTICA QUE FAVORECE A INVESTIGAÇÃO EM MATEMÁTICA

Uma prática adequada para promover a investigação em matemática é o ensino exploratório, que se baseia em etapas estruturadas para incentivar a autonomia e o pensamento crítico dos alunos (Canavarro, 2011; Ponte, 2005).

Segundo Canavarro (2011), o ensino exploratório enfatiza a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento matemático, afastando-se da ideia de que os alunos devem aprender de forma isolada ou "criar" conceitos e procedimentos de maneira autônoma. Ao contrário, essa abordagem permite que os alunos adquiram conhecimento por meio da exploração de tarefas desafiadoras e efetivas.

De acordo com Canavarro (2011), neste tipo de prática de ensino, o aluno é colocado no centro do processo de aprendizagem, sendo incentivado a explorar, questionar e descobrir soluções ao se deparar com tarefas exploratórias ou

investigativas. Ao trabalhar com desafios reais, os alunos são motivados a buscar respostas de forma independente.

No contexto do ensino de equações, por exemplo, ao invés de apenas resolver problemas isolados, os alunos são estimulados a explorar padrões e relações em situações reais, o que contribui para a compreensão da aplicabilidade dos conceitos matemáticos no cotidiano (Ponte, 2005).

De acordo com Oliveira, Menezes e Canavarro (2013), essa abordagem é organizada em quatro fases principais: lançamento da tarefa, exploração pelos alunos, discussão coletiva e sistematização de aprendizagens.

Na fase de lançamento, o professor apresenta uma tarefa desafiadora, como um problema matemático ou uma investigação aberta aos alunos (Ponte, 2005). A tarefa deve ser clara, motivadora e acessível em termos de recursos e ferramentas disponíveis. O professor, neste momento, atua como guia, garantindo que os alunos compreendam o desafio proposto e sintam-se preparados para abordá-lo (Fonseca, 2019). A intervenção do professor deve ser cuidadosa, evitando respostas prontas ou direcionamentos que reduzam a exigência cognitiva da tarefa (Canavarro, 2011).

A fase de exploração, considerada o núcleo do processo de ensino investigativo, permite que os alunos trabalhem individualmente ou em pequenos grupos, explorando diferentes abordagens e estratégias para solucionar a tarefa (Ponte, 2005). Nesse processo, a colaboração entre os alunos é essencial, pois favorece a troca de ideias, a comparação de estratégias e a construção coletiva de significados (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Os alunos têm a oportunidade de testar conjecturas, refletir sobre suas abordagens e aprender com os erros, o que contribui para o seu desenvolvimento autônomo (Canavarro, 2011).

Além disso, durante a exploração da tarefa, os alunos têm a oportunidade de:

- i) trabalhar significados e diferentes representações dos conceitos matemáticos; ii) explorar e mobilizar diferentes processos de raciocínios matemáticos para descobrir os procedimentos de resolução de problemas; iii) mobilizar conhecimentos adquiridos e sistematizá-los (Fonseca, 2019).

Durante essa fase, o professor passa a ser um facilitador do processo de descoberta dos alunos, acompanhando atentamente a forma como interpretam a tarefa, as estratégias que utilizam, as dúvidas que surgem e as interações entre eles. Esta observação permite identificar os pontos de compreensão e as dificuldades,

possibilitando ajustes nas intervenções de forma contínua (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Com base nas respostas dos alunos, o professor não se limita a validar ou corrigir as ideias, mas também estimula o desenvolvimento do raciocínio matemático, desafiando os alunos a refletirem sobre suas estratégias, a compararem soluções e a generalizarem conceitos (Ponte, 2005).

A orientação do professor é fundamental para garantir que todos os alunos participem ativamente, sem comprometer sua autonomia, incentivando a construção do conhecimento e aproximando as ideias dos alunos aos dos objetivos da aula (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Essa prática de ensino transforma a sala de aula em um ambiente dinâmico de investigação e descoberta, onde o erro e dificuldade é vista como uma oportunidade de aprendizado e a troca de ideias é estimulada (Canavarro, 2011). O comentário construtivo do professor também é fundamental, ao orientar os alunos em suas tentativas e os encoraja a persistir diante das dificuldades (Ponte, 2005).

Na sequência, a fase de discussão coletiva proporciona a partilha das descobertas e estratégias utilizadas pelos alunos, promovendo a sistematização e o aprofundamento dos conceitos (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Tal etapa é essencial para a negociação de significados, um processo interativo em que os alunos justificam suas respostas, consideram diferentes perspectivas e constroem coletivamente uma compreensão mais sólida e conectada dos conceitos matemáticos (Canavarro, 2011).

Por fim, na quarta fase, o professor busca sistematizar as principais ideias matemáticas que emergem da discussão da tarefa, promovendo o aprofundamento dos conceitos e consolidando o aprendizado coletivo (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013).

O ensino exploratório, como prática de sala de aula, transforma o processo de aprendizagem ao integrar autonomia, cooperação e reflexão crítica (Canavarro, 2011). Ao invés de focar na simples aplicação de fórmulas ou na obtenção de respostas corretas, essa prática de ensino possibilita a criação de significados dos conceitos matemáticos, o trabalho com suas diferentes representações e a mobilização de processos de raciocínios matemáticos para resolver problemas (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). Dessa forma, favorece a aprendizagem com compreensão profunda dos conceitos (Fonseca, 2019).

No entanto, a prática de ensino exploratório apresenta desafios, como a necessidade de adaptar as tarefas ao nível de compreensão dos alunos, garantir a participação de todos e lidar com a diversidade de estratégias e ritmos de aprendizagem (Oliveira; Menezes; Canavarro, 2013). É essencial que o professor equilibre a autonomia dos alunos com a orientação necessária, evitando desvios que comprometam os objetivos da atividade, sem limitar o desenvolvimento do pensamento crítico e investigativo (Ponte, 2005).

2.6 LUDICIDADE E INTERATIVIDADE NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Os recursos didáticos manipuláveis e as tecnologias digitais estão cada vez mais presentes nos processos de ensino e aprendizagem da Educação Básica, contribuindo para a criação de ambientes que favorecem aprendizagens mais efetivas. Sua utilização tem se mostrado essencial no ensino de Matemática, especialmente na promoção da investigação matemática (Engelbrecht; Llinares; Borba, 2020; Lorenzato, 2006).

Esses recursos oferecem aos alunos meios para interagir de maneira mais concreta e ativa com os conceitos matemáticos, o que facilita a construção do conhecimento (Murari, 2011). Como destacam Silva, Gaspar e Fonseca (2022), essas ferramentas favorecem a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos, nos quais os alunos podem explorar os conceitos de forma profunda, além de promoverem um engajamento maior no processo investigativo.

Tradicionalmente, a matemática é vista como abstrata, o que pode afastar os alunos do conteúdo (Ponte, 2005). No entanto, o uso de materiais manipuláveis proporciona um ensino mais concreto, favorecendo a visualização, exploração e investigação de relações geométricas e algébricas. Recursos como blocos, tangram, geoplano, origami e recortes de papel tornam a aprendizagem mais acessível e interativa (Murari, 2011; Silva; Gaspar; Fonseca, 2022).

Os materiais manipuláveis, como blocos, tangram, geoplano, dobraduras e recortes de papel, permitem que os alunos manipulem objetos concretos, criando e explorando formas para investigar relações geométricas e algébricas (Silva; Gaspar; Fonseca, 2022). O uso de objetos concretos, como o tangram e as planificações de sólidos, facilita a compreensão das propriedades de ângulos e medidas das figuras geométricas planas. Blocos geométricos, que representam cubos, paralelepípedos e prismas, são frequentemente utilizados em atividades de

manipulação, permitindo a visualização e exploração das propriedades desses sólidos geométricos, como faces, arestas e vértices (Murari, 2011).

Além disso, técnicas como origami e kirigami, que envolvem dobraduras e recortes de papel, promovem a aprendizagem de conceitos como simetria e transformações geométricas, proporcionando uma abordagem prática para o ensino da Geometria (Silva; Gaspar; Fonseca, 2022). Esses materiais desempenham um papel fundamental na exploração da geometria plano e espacial, possibilitando que os alunos investiguem as propriedades bidimensionais e tridimensionais das figuras e suas relações planas e espaciais de maneira mais intuitiva e lúdica.

Já o uso de tecnologias digitais, como os softwares de geometria dinâmica, favorece a criação de ambientes colaborativos e interativos, nos quais os alunos podem discutir e resolver problemas em conjunto, e pode contribuir para visualização e manipulação interativa de conceitos matemáticos, tornando o aprendizado mais dinâmico (Fonseca; Henriques, 2023; Leung, 2017).

Por exemplo, o software GeoGebra oferece aos alunos a oportunidade de visualizar e manipular figuras geométricas de forma interativa, facilitando o reconhecimento dos elementos constituintes do prisma, como base, face, arestas, planificação e promovendo discussões mais envolventes sobre esses elementos (Brigo; Nehring; Battisti, 2024).

Outro exemplo importante é o uso de construções geométricas dinâmicas no GeoGebra que permitem a exploração de simetrias e ângulos em planificações e/ou forma tridimensional de prismas, proporcionando uma experiência interativa que vai além da simples abstração teórica, favorecendo a exploração e a reflexão sobre esses conceitos geométricos (Silva; Gaspar; Fonseca, 2022).

Para alcançar êxito na aprendizagem dos conceitos matemáticos, é fundamental que o professor utilize esses recursos didáticos de forma planejada e estratégica, criando atividades que desafiem os alunos a explorar os conceitos de maneira investigativa (Fonseca; Henriques, 2023; Silva; Gaspar; Fonseca, 2022). Ademais, a escolha adequada dos recursos é essencial, considerando sua capacidade de facilitar a visualização e a interação dos alunos com os objetos matemáticos (Leung, 2017).

Desta forma, os recursos didáticos manipuláveis e tecnológicos, ao promoverem a ludicidade e a interatividade, também podem ser usados para incentivar a descoberta, experimentação e visualização no ensino de matemática

(Silva; Gaspar; Fonseca, 2022), cujos aspetos são considerados importantes para promover uma aprendizagem mais interativa e efetiva do conceito de prisma.

2.7 SÍNTESE

Em síntese, o referencial teórico aborda a importância da Geometria Espacial no ensino de Matemática, destacando os desafios enfrentados pelos alunos na compreensão dos prismas. Propõe-se que o ensino vá além da memorização de fórmulas, utilizando abordagens lúdicas e interativas, como recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais, para facilitar a visualização e a investigação dos conceitos geométricos. A prática de ensino por investigação é apresentada como uma metodologia eficaz, que promove a participação ativa dos alunos e o desenvolvimento do raciocínio crítico. Além disso, enfatiza-se a necessidade de adaptar as tarefas ao nível de compreensão dos alunos, garantindo um ensino mais significativo e duradouro.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo da metodologia, apresento a estrutura da pesquisa qualitativa, que busca compreender as experiências de ensino e aprendizagem no contexto da sala de aula. A pesquisa se fundamenta em uma Experiência de Ensino, onde o professor atua como mediador na construção do conhecimento dos alunos sobre prismas. Descrevei o contexto da pesquisa, realizada com quatorze alunos do 9º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública do Rio de Janeiro, além de detalhar a sequência de tarefas e estratégias utilizadas para conectar conceitos matemáticos e promover o raciocínio lógico. A análise dos dados será interpretativa, revelando dinâmicas que favorecem a aprendizagem, especificamente como base para discussão nos capítulos seguintes.

3.1 ABORDAGEM QUALITATIVA E INTERPRETATIVA

A pesquisa qualitativa possibilita uma compreensão aprofundada das experiências humanas, captando significados que podem ser negligenciados por abordagens quantitativas. Segundo Creswell (2010), essa abordagem se caracteriza pelo uso do ambiente natural como principal fonte de dados, com o pesquisador atuando como instrumento central na coleta de informações. Os dados são predominantemente descritivos, e a ênfase recai sobre os processos, investigando como os fenômenos se manifestam nas interações cotidianas. Além disso, sua natureza interpretativa implica que as análises do pesquisador são influenciadas por seu contexto e experiências, tornando essencial uma reflexão.

No presente estudo, o ambiente natural compreende a sala de aula em contexto real de ensino e aprendizagem de matemática, com foco na compreensão do conceito de prismas. A pesquisa será conduzida em um contexto escolar, por meio de uma experiência de ensino baseada na abordagem exploratória, buscando promover a aprendizagem ativa e efetiva desse conceito. Por fim, a análise dos dados será feita de forma interpretativa considerando todos os dados recolhidos.

3.2 EXPERIÊNCIA DE ENSINO

Este estudo fundamenta-se na realização de uma Experiência de Ensino, que, segundo Steffe e Thompson (2000), consiste em uma sequência de episódios integrados de ensino, cuidadosamente planejados, envolvendo a participação do

professor-pesquisador e dos alunos, além de um registro sistemático das interações e aprendizagens.

Segundo Cobb e Steffe (1983), o professor-pesquisador orienta e media a construção do conhecimento, guiando os alunos na formulação e validação de hipóteses sobre as propriedades dos prismas por meio de atividades práticas. A Experiência de Ensino enfatiza a experimentação e a reflexão como elementos centrais do processo de aprendizagem, promovendo um ambiente no qual os alunos constroem o conhecimento de forma ativa e efetiva.

Este estudo fundamenta-se em uma Experiência de Ensino baseada na abordagem de ensino por investigação (Ponte; Brocado; Oliveira, 2009), composta por aulas integradas (episódios) para a aprendizagem do conceito de prismas. A sequência didática foi planejada considerando a diferenciação entre prismas e outros sólidos geométricos, a definição de prisma, o cálculo da área da superfície e do volume. Estes aspectos estruturam um percurso de aprendizagem alinhado às orientações curriculares para o ensino de Matemática da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

Cada aula seguiu uma prática de ensino exploratório (Canavarro, 2011), na qual o professor-pesquisador orientou os alunos na formulação e teste de hipóteses sobre as propriedades dos prismas na resolução das tarefas propostas. As tarefas foram resolvidas pelos alunos em grupos, promovendo a colaboração entre os alunos durante o processo investigativo. Cabe destacar que os grupos de trabalho não se mantiveram fixos ao longo da experiência, ou seja, os alunos atuaram com diferentes colegas em cada atividade.

Durante as atividades, os alunos manipularam sólidos geométricos, exploraram construções dinâmicas no GeoGebra e participaram de modelagens tridimensionais lúdicas, como a criação de puffs com garrafas PET, garantindo uma abordagem investigativa e interativa.

3.3 CONTEXTO E PARTICIPANTES

O estudo foi realizado no segundo semestre de 2024 em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental do CIEP 111 - Gerson Freitas, uma escola pública em Mesquita, Rio de Janeiro. A turma, composta por 42 alunos inscritos, contou com a presença regular de apenas 14 alunos durante a experiência de ensino que suporta

este estudo. Esses alunos, com idades entre 13 e 16 anos, não possuíam conhecimento acadêmico prévio sobre prismas

O professor-pesquisador assumiu um duplo papel: inicialmente, como observador-participante, acompanhou três aulas para compreender a dinâmica da turma e para estabelecer uma relação de confiança com os alunos. Em seguida, atuou como professor-mediador, conduzindo a experiência de ensino que visava promover a aprendizagem do conceito de prisma, distribuída em seis encontros.

3.4 A SEQUÊNCIA DE TAREFA E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS

Para potencializar a aprendizagem, o professor deve organizar sequências de tarefas que conectem conceitos matemáticos e promovam o desenvolvimento do raciocínio lógico, sempre adaptando as atividades ao ritmo e ao nível de compreensão da turma (Ponte, 2005; Zabala, 1998). Essas sequências, quando bem estruturadas, permitem que os alunos construam conceitos de maneira progressiva e estabeleçam conexões entre diferentes áreas da Matemática (Fonseca; Henriques, 2023; Zabala, 1998).

Segundo Zabala (1998), uma sequência didática de tarefas organiza e encadeia atividades ao longo de uma unidade didática, estruturando a aprendizagem de forma progressiva. As tarefas funcionam como elementos articuladores do processo de ensino, permitindo diferentes formas de intervenção pedagógica. Essa estruturação é essencial para direcionar o ensino a objetivos educacionais específicos, seja para a construção do conhecimento, seja para a aprendizagem de um conteúdo determinado.

Este estudo compreendeu a aplicação de uma sequência didática com dez tarefas, elaborada a partir de orientações curriculares e referências da literatura, alinhadas aos objetivos de aprendizagem de prismas. Incluem: (i) Reconhecer os elementos que constituem os prismas; (ii) Relacionar as planificações às respectivas formas espaciais dos prismas e vice-versa; (iii) Calcular a área da superfície e o volume dos prismas; (iv) Aplicar esses conceitos na resolução de problemas (BRASIL, 2018; Brulheira; Ponte, 2018; Settimy; Bairral, 2022).

Com o objetivo de compreender melhor o perfil dos alunos envolvidos na proposta e orientar o planejamento pedagógico, foi aplicado um questionário diagnóstico no início da experiência. Esta etapa inicial teve como finalidade levantar informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos em dois eixos principais: o

domínio de conceitos relacionados aos sólidos geométricos e o grau de familiaridade com ferramentas digitais, em especial o software GeoGebra. Ao conhecer as concepções que os alunos já possuíam e os recursos com os quais estavam habituados a trabalhar, foi possível estruturar uma abordagem didática mais eficaz, adequada às necessidades reais da turma.

A análise das respostas revelou que a maioria dos alunos demonstrava conhecimentos restritos às representações bidimensionais de figuras geométricas, como quadrados, triângulos e círculos. Quando convidados a identificar ou nomear sólidos tridimensionais, muitos apresentaram dificuldades, recorrendo frequentemente a descrições informais ou associadas ao cotidiano, como “caixa”, “bola” ou “pirâmide”, em vez de utilizarem os termos matematicamente corretos, como paralelepípedo, esfera ou tetraedro. Isso evidenciou uma carência na apropriação do vocabulário geométrico específico e uma limitação na visualização espacial de formas tridimensionais.

Além disso, nenhum dos alunos relatou ter tido contato anterior com o GeoGebra, e a maior parte afirmou que o uso de recursos digitais nas aulas de Matemática era raro ou inexistente. Esse dado reforça a relevância da introdução de tecnologias digitais como ferramentas de apoio à construção de conceitos geométricos, uma vez que tais recursos possibilitam a exploração dinâmica e interativa de figuras, contribuindo para o desenvolvimento da compreensão espacial. As informações obtidas por meio do questionário foram, portanto, fundamentais para o redirecionamento das estratégias de ensino, permitindo um planejamento mais alinhado ao nível de conhecimento da turma e às suas necessidades formativas específicas.

As tarefas foram estruturadas para estimular a formulação e aplicação de conjecturas relacionados à definição, à área da superfície e ao volume de prismas. Para promover uma aprendizagem com ludicidade e interatividade, a sequência de tarefas integrou materiais manipuláveis e o software GeoGebra.

Na exploração da definição de prisma, foram propostas quatro tarefas. Inicialmente, na tarefa 1, os alunos manipularam diferentes sólidos geométricos, como cilindros, pirâmides, paralelepípedos e cubos, analisando seus elementos constituintes para diferenciá-los dos prismas. Em seguida, utilizaram um applet do GeoGebra para explorar dinamicamente as características dos prismas e formular uma conjectura que os definem (tarefa 2). Na tarefa 3, aplicaram esse conhecimento

na resolução de problemas. Por fim, realizaram uma pesquisa sobre prismas em diferentes contextos, trazendo exemplos para a sala de aula, a fim de explorar o conceito de planificação de prisma (tarefa 4).

No cálculo da área de superfície do prisma, os alunos trabalharam com materiais lúdicos contendo a planificação de diferentes tipos de prismas, que deveriam ser montados em formato tridimensional, permitindo-lhes reconhecer que a área total da superfície do prisma é obtida pela soma das áreas das bases e das faces laterais (tarefa 5). Além disso, manipularam applets do GeoGebra com construções dinâmicas da planificação e do formato tridimensional de um prisma pentagonal, com o objetivo de guiá-los a deduzir uma regra para o cálculo da área total da superfície do prisma (tarefa 6). Por fim, foram desafiados a aplicar essa regra para resolver problemas práticos envolvendo o cálculo da área de diferentes prismas (tarefa 7).

Para explorar o cálculo do volume do prisma, os alunos trabalharam com material lúdico, construindo um puff em formato de paralelepípedo a partir de garrafas PET, permitindo a compreensão dos conceitos de base e altura no cálculo do volume (tarefa 8). Em seguida, foram desafiados a identificar e explorar as áreas das faces de prismas com bases triangulares e pentagonais, com o objetivo de generalizar uma conjectura que expressasse a regra algébrica para o cálculo do volume de qualquer prisma (tarefa 9). Finalmente, aplicaram a fórmula do volume para resolver problemas práticos com diferentes tipos de prismas (tarefa 10).

3.5 A EXPERIÊNCIA DE ENSINO REALIZADA

A experiência de ensino que integra este estudo foi realizada em oito encontros e ocorreu da seguinte forma:

 **1º encontro:** O primeiro encontro ocorreu em dois momentos. No primeiro, realizado em sala de aula (1h30min), foi aplicada a Tarefa 1, que envolveu a manipulação de sólidos geométricos de madeira. Os alunos exploraram os objetos de forma inicial e informal, distinguindo corpos redondos, prismas e pirâmides. Essa abordagem prática facilitou a identificação dos prismas, com o professor conduzindo uma revisão final para reforçar as características dos sólidos.

No segundo momento, no laboratório de informática, foi aplicada a Tarefa 2, utilizando o software GeoGebra nos computadores disponíveis. A tarefa focou na visualização de um prisma pentagonal, permitindo aos alunos explorar suas partes —

bases, faces laterais e arestas. A manipulação digital proporcionou uma compreensão mais aprofundada da estrutura tridimensional dos prismas. O encontro foi finalizado com uma sistematização teórica conduzida pelo professor, consolidando os conceitos abordados.

 **2º encontro:** No segundo encontro, foi aplicada a Tarefa 3, que envolveu a resolução de problemas para avaliar a capacidade dos alunos de aplicar a definição de prisma. A atividade ocorreu em uma aula de 50 minutos e, ao final, o professor forneceu um retorno reforçando o conceito trabalhado. Como atividade para casa, os alunos receberam a Tarefa 4, que consistia em pesquisar prismas em diferentes contextos e trazer uma embalagem ou objeto com formato prismático para a próxima aula. O objetivo era fortalecer a conexão entre teoria e prática, incentivando a observação dos conceitos geométricos no cotidiano.

 **3º encontro:** O terceiro encontro ocorreu em dois momentos. No primeiro, com duração de 50 minutos, os alunos apresentaram os objetos prismáticos que trouxeram de casa, conforme solicitado na Tarefa 4. Durante a apresentação, discutiram suas observações sobre as características que definem um prisma, relacionando a teoria à realidade. No segundo momento, que durou 1h30min, foi aplicada a Tarefa 5, realizada no laboratório de informática. Os alunos manipularam materiais lúdicos e exploraram um applet do GeoGebra que continham planificação de prismas e suas formas tridimensionais. O foco da atividade foi a visualização da área da superfície de um prisma pentagonal, permitindo que os alunos analisassem e calculassem suas partes, incluindo faces laterais e bases.

 **4º encontro:** O quarto encontro ocorreu no laboratório de informática e teve duração de 1h40min. Iniciou-se com uma breve recapitulação dos conceitos abordados na Tarefa 5, assegurando que todos os alunos estivessem confortáveis com o conteúdo. Em seguida, foi aplicada a Tarefa 6, na qual os alunos utilizaram um applet do GeoGebra para explorar dinamicamente a planificação de prismas e suas formas tridimensionais. A interatividade da ferramenta permitiu a visualização detalhada das superfícies dos prismas, auxiliando na compreensão dos fatores que influenciam a área lateral e total. O objetivo central da atividade foi estimular os alunos a formular conjecturas sobre a fórmula da área total da superfície de um prisma.

 **5º encontro:** No quinto encontro, foi aplicada a Tarefa 7, em uma aula de 50 minutos, com o objetivo de avaliar a capacidade dos alunos de utilizar a fórmula da área total da superfície de um prisma na resolução de problemas. Ao final da atividade, o professor forneceu um comentário, reforçando os conceitos abordados e esclarecendo possíveis dúvidas.

 **6º encontro:** No sexto encontro, foi aplicada a Tarefa 8, que envolvia a construção de puffs com garrafas PET para explorar o cálculo de volume de um prisma. A atividade, realizada em grupos e com duração de 1h40min, teve como objetivo proporcionar uma compreensão prática e lúdica do conceito de volume. Os alunos manipularam os materiais, trabalharam em equipe e puderam visualizar a forma dos prismas, deduzindo como calcular seu volume. Esta abordagem permitiu relacionar conceitos matemáticos a situações cotidianas, reforçando a aplicabilidade da matemática na vida prática.

 **7º encontro:** No sétimo encontro, realizado em uma aula de 1h 40min, foi aplicada a Tarefa 9, que teve como foco a exploração das partes de um prisma pentagonal (base, faces laterais e a região que contém o conteúdo). Os alunos calcularam a área da base e das faces laterais de um prisma pentagonal, com o objetivo de guiá-los na formulação de uma conjectura para calcular o volume de um prisma. A tarefa também incluiu a aplicação dessa conjectura para calcular o volume de um prisma triangular e de um prisma quadrangular.

 **8º encontro:** No oitavo, foi aplicada a Tarefa 10, em uma aula de 50 minutos, com o objetivo de avaliar a capacidade dos alunos de utilizar a fórmula do volume de um prisma na resolução de problemas. Ao final da atividade, o professor forneceu um comentário, reforçando os conceitos abordados e esclarecendo possíveis dúvidas.

A Tabela 1 sintetiza a organização dos oito encontros semanais da experiência de ensino, apresentando a distribuição das tarefas realizadas em cada um deles.

Tabela 1: Distribuição das tarefas (identificadas por T_i , $i = 1, 2, \dots, 10$) na experiência de ensino.

Definição			Área da Superfície			Volume		
15/08	28/08	29/08	29/08	5/09	11/09	19/09	26/09	30/09
T_1 / T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}

Fonte: Dados da pesquisa (2024)

3.6 PROCESSO DE RECOLHA DE DADOS

Conforme Creswell (2010), a coleta de dados em pesquisas qualitativas ocorre no ambiente natural, com o pesquisador como principal instrumento, buscando compreender as perspectivas dos participantes. Para isso, são utilizados múltiplos instrumentos, como observações, entrevistas, questionários, análise de documentos e registros audiovisuais, permitindo uma visão detalhada do objeto de estudo. Creswell também ressalta a importância de registrar as informações de forma sistemática e organizada, garantindo a validade dos dados coletados.

Na pesquisa realizada, diversos instrumentos foram empregados, alinhados a essas diretrizes (tabela 2).

Tabela 2: Instrumentos de recolha de dados.

Métodos	Fontes	Formas de Registo
Observação participante	Aulas + Professor	Notas de campo, gravação em áudio com transcrição
Questionário	Estudantes	Questionário diagnóstico
Recolha documental	Estudantes	Registos escritos da resolução das tarefas propostas nas aulas da experiência e registos digitais da exploração das tarefas no GeoGebra

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As gravações em áudio registraram as interações durante os encontros, permitindo uma análise detalhada do raciocínio dos alunos. Um questionário inicial foi aplicado para traçar o perfil dos alunos e identificar suas percepções preliminares sobre geometria espacial e prismas. Além disso, as tarefas desenvolvidas ao longo da experiência de ensino serviram como principal fonte de dados, evidenciando a evolução na compreensão dos conceitos. Essa abordagem possibilitou uma coleta abrangente e uma análise fundamentada dos resultados, conforme os princípios da pesquisa qualitativa.

3.7 PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS

Segundo Creswell (2010), a análise de dados em pesquisas qualitativas é um processo sistemático e iterativo, que envolve organização, categorização e interpretação das informações coletadas. Esse processo não é linear, mas cíclico,

com o pesquisador alternando entre os dados brutos, as categorias emergentes e a interpretação final.

Creswell (2010) destaca a importância da triangulação, ou seja, o cruzamento de diferentes fontes de dados para garantir maior confiabilidade e validade às interpretações. Por fim, os resultados são apresentados de forma descritiva ou interpretativa, evidenciando as principais descobertas e suas implicações no contexto estudado. Esse processo reflexivo permite uma compreensão aprofundada e fundamentada do objeto de pesquisa.

Neste estudo, a análise dos dados foi realizada por meio da triangulação, focando aspectos essenciais da investigação matemática relacionados à aprendizagem do conceito de prisma (tabela 3)

Tabela 3: Categorias da análise de dados.

	Descrição
Conjectura	Afirmações ou hipóteses sobre prismas formuladas pelos alunos e baseadas em observações, padrões ou experimentações
Aplicação	Conhecimentos mobilizados pelos alunos sobre definição, área da superfície e volume de prismas para resolver

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

3.8 QUESTÕES ÉTICAS

Este estudo é integrante do projeto Techschool, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, seguiu rigorosamente os princípios e orientações do, em conformidade com as Resoluções CNS nº 466/12 e nº 510/16, que regulamentam a ética em pesquisas envolvendo seres humanos. Essas diretrizes visam garantir os direitos, a dignidade e o bem-estar dos participantes, além de garantir a integridade do processo de pesquisa.

Assim, foi disponibilizado aos alunos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), detalhando os objetivos da pesquisa, as atividades propostas e os direitos dos participantes. O termo ressaltou que a participação era voluntária, que os alunos poderiam desistir a qualquer momento sem prejuízo, e que suas identidades fossem mantidas em sigilo. Para isso, foi previsto o uso de nomes fictícios na análise e apresentação dos dados, garantindo a preservação da privacidade e do anonimato.

3.9 SÍNTESE

Em síntese, a metodologia do estudo foi baseada em uma Experiência de Ensino que envolveu a aplicação de uma sequência de dez tarefas didáticas para a aprendizagem do conceito de prismas. O estudo foi realizado com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública no Rio de Janeiro. Utilizou-se uma abordagem qualitativa, com foco na experimentação e reflexão, onde os alunos manipulavam sólidos geométricos e utilizavam o software GeoGebra para explorar conceitos de superfície e volume de prismas.

A coleta de dados incluiu observações, questionários e registros audiovisuais, permitindo uma análise detalhada das interações e aprendizagens dos alunos. A análise dos dados foi realizada por meio da triangulação, garantindo maior validade às interpretações. O estudo seguiu rigorosamente diretrizes éticas, assegurando a privacidade e o anonimato dos participantes.

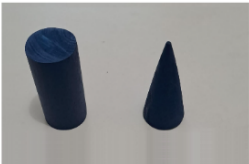
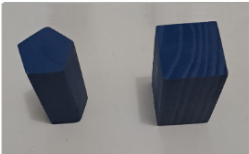
4 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados do estudo considerando potencial da combinação de tarefas exploratórias, recursos didáticos manipuláveis e o GeoGebra para a formulação e aplicação de conjecturas sobre a definição, cálculo da área da superfície e volume de prismas. Na apresentação dos resultados, incluem-se trechos do trabalho desenvolvido pelos alunos, identificados por nomes fictícios, destacando o impacto das tarefas lúdicas e interativas na aprendizagem do conceito de prisma.

4.1 DEFINIÇÃO DE PRISMA

Na tarefa 1, durante a exploração do material lúdico contendo sólidos geométricos, os alunos demonstraram facilidade em diferenciar os prismas dos corpos redondos e das pirâmides. No entanto, a maioria teve dificuldades iniciais para identificar características específicas dos prismas, como a presença de bases paralelas e o fato de as faces laterais serem paralelogramos. Isso pode ser observado no diálogo entre a aluna Fernanda o pesquisador, como exemplificado abaixo:

Figura 3: Diálogo entre Fernanda e o pesquisador durante exploração do material lúdico.

Fernanda: Professor, tem gente que conseguiu fazer. Pode explicar? Pesquisador: Vou pegar aqui alguns sólidos só para ilustrar [mostra o cone e o cilindro]. Por exemplo, a base do cone e do cilindro são formas de círculo, ok? Fernanda: Sim Pesquisador: Agora [mostra o prisma quadrangular] ... isso significa que temos duas bases iguais e as laterais são retângulos, certo? E se a base for pentagonal, as laterais continuam sendo retângulos? [mostra o prisma pentagonal] Fernanda: Sim.	 Cilindro e Cone  Prisma pentagonal e Prisma quadrangular
---	---

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O diálogo mostra que alguns alunos apresentaram dificuldades em identificar as bases paralelas e as faces laterais retangulares como uma característica dos prismas, diferenciando-os de outros sólidos geométricos. Diante disso, o professor recorreu à manipulação de sólidos tridimensionais para ilustrar essas diferenças.

Durante a explicação, destacou-se a distinção entre as bases dos corpos redondos, como cilindros e cones, e as dos prismas, mostrando que estes possuem duas bases congruentes e paralelas, enquanto suas faces laterais são sempre retangulares. Esse recurso visual permitiu a maioria dos alunos a compreender e registrar corretamente as características que definem um prisma, diferenciando-os corretamente dos corpos redondos e das pirâmides.

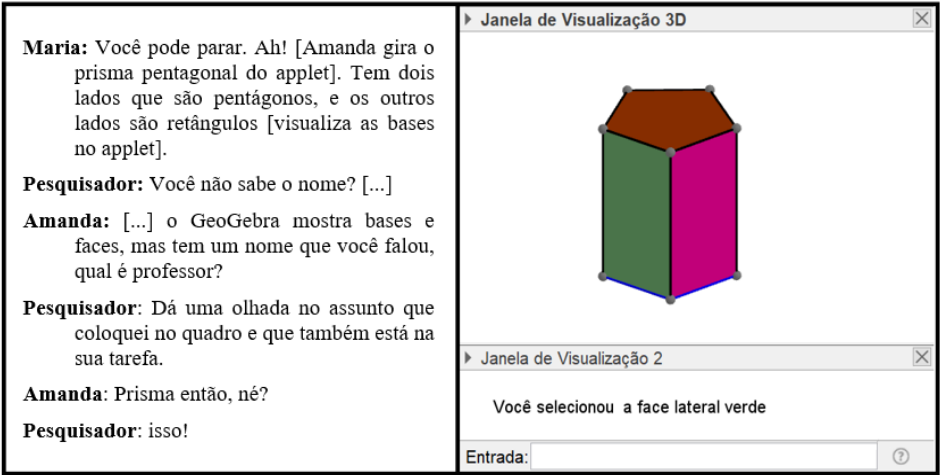
Isto ficou evidente na resposta de Elaine, Michele e Fernanda, que diferenciaram os sólidos ao descrever os corpos redondos como aqueles que possuem “faces circulares e rolam”, as pirâmides como sólidos cujas “faces são triangulares e ligadas a um único vértice”, e os prismas como aqueles que possuem “faces laterais retangulares e bases paralelas”.

No momento da discussão coletiva, o professor esclareceu que os prismas possuem bases paralelas e faces laterais retangulares, destacando que essas são características exclusivas desse tipo de sólido geométrico.

As noções de bases e faces laterais foram reforçadas na tarefa 2, na qual os alunos exploraram um applet do GeoGebra que permite uma construção geométrica dinâmica e interativa de um prisma pentagonal. Eles manipularam seletores no applet para girar o prisma e identificar a forma geométrica das bases e das faces laterais.

A partir das explorações, a maioria dos alunos foi capaz de reconhecer que as bases de um prisma são paralelas entre si e que as faces laterais, que não são paralelas entre si, são formadas por retângulos (paralelogramos). Isso pode ser observado no diálogo entre Maria, Amanda e o pesquisador (figura 4).

Figura 4: Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração com GeoGebra.



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O diálogo mostra que Amanda utiliza o GeoGebra para explorar e visualizar as partes do prisma de base pentagonal. Durante essa exploração, Maria percebe que o prisma possui duas bases e faces laterais retangulares, o que a ajuda a identificar suas características. Além disso, ao reconhecer esses elementos, Amanda busca confirmar o nome do sólido com o professor, demonstrando que a interação com o recurso digital contribuiu para o seu reconhecimento do prisma. Isto ilustra como a exploração de construções geométricas dinâmicas no GeoGebra pode favorecer interpretações mais efetivas dos conceitos matemáticos, tal como aponta Fonseca (2019).

Com base nessa compreensão, o grupo formado por Elaine, Michele e Fernanda formulou conjectura correta para a definição de prisma ao responder à questão Q_4T_2 : “Defina, com suas palavras, o que é um prisma”, com a resposta: “*bases paralelas e faces [laterais] retangulares*”. A resposta indica que as alunas compreenderam o prisma como um sólido geométrico cujas bases são paralelas e cujas faces laterais são paralelogramos (retângulos).

Os restantes cinco grupos não conseguiram formular uma definição adequada de prisma. Nas respostas apresentadas à Q_4T_2 , os alunos apresentaram uma conjectura da definição de prisma, baseada apenas em suas características, sem incluir uma ideia completa. Os registros incluíam descrições como: “*é um sólido geométrico*” e “*possui faces paralelas*”, descrevendo elementos constituintes do prisma, mas sem definir o conceito de maneira precisa. Isto evidencia uma dificuldade recorrente entre os alunos em formular definições adequadas de conceitos geométricos, associada a limitações na identificação e coordenação de propriedades em figuras tridimensionais, como destaca Battista (2007).

Durante a discussão coletiva, o pesquisador utilizou o applet do GeoGebra e sólidos geométricos manipuláveis para esclarecer a definição de prisma. Com o uso dos recursos visuais e manipulativos, o pesquisador destacou que essas características são próprias dos prismas e que é essencial compreender sua definição para diferenciá-los de outros sólidos geométricos e reconhecer suas diversas formas. Ao final, validou a definição de prisma.

Na tarefa 4, os alunos foram desafiados a aplicar a definição de prisma para avaliar a veracidade de afirmações sobre esse sólido geométrico, na questão Q_3T_4 . Verifica-se que onze, dos catorze alunos, responderam corretamente a todos os itens, mobilizando conhecimento sobre a definição de prisma, particularmente em

relação ao sólido geométrico com bases paralelas e a faces laterais como paralelogramos, para identificarem as afirmações corretas e incorretas. Isto pode ser observado na resposta da aluna Marcela (figura 5).

Figura 5: Reposta da aluna Marcela à Q_3T_4 .

3. Indique se as sentenças abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- (F) O prisma é uma figura da geometria plana;
- (V) Todo paralelepípedo é um prisma quadrangular reto;
- (V) As bases de um prisma pentagonal são pentágonos;
- (F) As duas bases de um prisma são polígonos semelhantes;
- (V) As faces laterais de um prisma são sempre paralelogramos.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os demais três alunos analisaram corretamente as afirmações que indicavam características de tipos de prismas, mas cometeram erros ao aplicar a característica das bases dos prismas. Um exemplo dessa dificuldade pode ser observado na resposta do aluno Silvio à Q_3T_4 .

Figura 6: Reposta do aluno Silvio à Q_3T_4 .

3. Indique se as sentenças abaixo são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- (F) O prisma é uma figura da geometria plana;
- (F) Todo paralelepípedo é um prisma quadrangular reto;
- (V) As bases de um prisma pentagonal são pentágonos;
- (V) As duas bases de um prisma são polígonos semelhantes;
- (V) As faces laterais de um prisma são sempre paralelogramos.

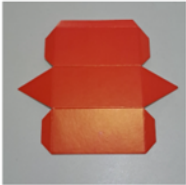
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O aluno classificou erroneamente como falsa a afirmação de que “todo paralelepípedo é um prisma quadrangular reto”, demonstrando confusão sobre a relação entre a base e a nomenclatura do prisma. Além disso, ao considerar verdadeira a afirmação “as bases do prisma são polígonos semelhantes”, cometeu um erro conceitual, pois as bases devem ser congruentes.

4.2 ÁREA DA SUPERFÍCIE DE UM PRISMA

Na Tarefa 5, ao explorar o material lúdico com planificações de prismas para montagem tridimensional, a maioria dos alunos percebeu que o cálculo da área da superfície de um prisma envolve a soma das áreas das bases com as das faces laterais. Essa compreensão fica evidente no diálogo entre Fernanda e Michele e o pesquisador (figura 7).

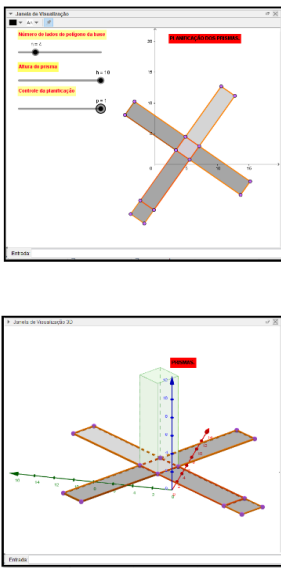
Figura 7: Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração material lúdico.

Fernanda: Professor, eu estou com a planificação do prisma triangular, mas estou tendo dificuldades para calcular a área da base. Pesquisador: Sem problemas! A base do prisma é um triângulo [mostra a planificação do prisma]. Você sabe como calcular a área de um triângulo? Fernanda: Eu acho que sim, mas não estou lembrando a fórmula. É base vezes altura? Pesquisador: Quase isso! A fórmula correta é: $\text{área} = (\text{base} \times \text{altura}) / 2$. Você já tem as medidas? Michele: Sim, mas eu ainda não consigo entender como isso se aplica ao cálculo da área total do prisma. E quantas faces laterais temos? Pesquisador: No caso de um prisma triangular, temos três faces laterais [mostra na forma tridimensional do prisma triangular]. Agora, como podemos aplicar isso para calcular a área total do prisma? Fernanda: Ah!! [visualiza as partes do prisma, base e faces laterais]. Então precisamos somar as áreas das bases e das faces laterais! Michele: Professor!!! Quer dizer que tenho que somar tudo? Pesquisador: A ideia é exatamente essa.	 Planificação  Forma tridimensional
--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A noção de área da superfície total de um prisma foi aprofundada por meio da exploração de um applet do GeoGebra. Os alunos interagiram com a ferramenta digital, girando os prismas e manipulando seletores que modificavam simultaneamente a planificação e a estrutura tridimensional destes sólidos. Tal experiência permitiu visualizar que a área da superfície total corresponde à soma das áreas das bases e da lateral, como evidenciado no diálogo entre Maria, Jordana e o pesquisador (figura 8).

Figura 8: Diálogo entre as alunas e pesquisador durante exploração do GeoGebra.

Maria: Estamos com dúvidas sobre como calcular a área total. Conseguimos a área da base, mas não sabemos como obter as áreas laterais. Pesquisador: Vocês podem usar a medida do lado da base e a altura do prisma. Jordana: [Simula e observa no GeoGebra a planificação do prisma e sua transformação em forma tridimensional]. Entendi! E depois, somamos tudo [refere-se as somas das áreas laterais]? Pesquisador: Exato! Calculem as áreas separadamente e usem a função de soma no GeoGebra. Girem o prisma para visualizar melhor as áreas laterais. Jordana: [Gira o prisma no GeoGebra e visualiza sua planificação e forma tridimensional]. Isso ajuda muito! Vamos calcular novamente. Pesquisador: Ótimo! Se tiverem mais dúvidas, é só me chamar. O importante é entender como calcular a área total.	
---	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Neste diálogo, fica claro que, ao girar e explorar o prisma no GeoGebra e visualizar sua planificação e forma tridimensional, Jordana compreendeu como calcular a área total do prisma. Na sequência dessas explorações, ela afirma “somamos tudo” e “Isso ajuda muito!”, evidenciando que entendeu que o cálculo da área total da superfície de um prisma é obtido pela soma das áreas das bases e das faces laterais.

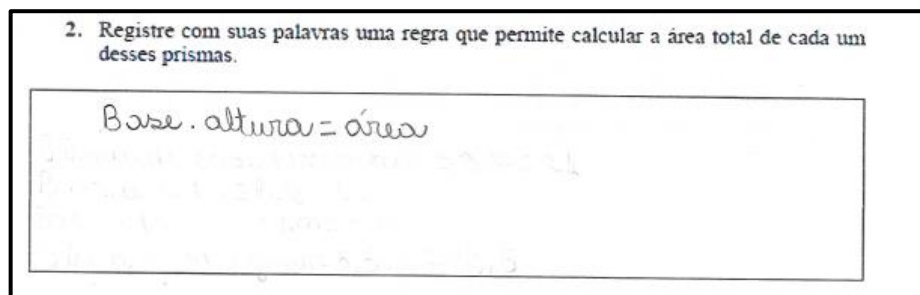
As respostas apresentadas mostram como o uso do GeoGebra potencializa a aprendizagem ao permitir que os alunos transitem entre representações bidimensionais e tridimensionais de forma dinâmica e interativa, favorecendo a construção de significados e a consolidação de conceitos geométricos. Conforme apontam Lima e Castro (2021), a visualização promovida por ferramentas digitais como o GeoGebra contribuem de forma relevante para que os alunos estabeleçam conexões entre diferentes formas de representação, ampliando sua compreensão espacial e promovendo uma aprendizagem mais efetiva.

Embora a generalidade dos alunos soubesse que a área da superfície total corresponde à soma das áreas das bases e da lateral, não conseguiram conectar essas informações para criar uma conjectura correta sobre a área total do prisma, na Tarefa 6. Apenas um grupo de alunos foi capaz de formular uma conjectura correta. Isso pode ser observado na resposta de Fernanda e Michele à Q_2T_6 : “Registre com

suas palavras uma regra que permite calcular a área total de cada um desses prismas” em que respondem “*pela soma da área lateral com as áreas das bases*”.

Os outros seis grupos enfrentaram dificuldades para formular a regra correta para calcular a área total da superfície de um prisma. As respostas se limitaram a descrever regras de cálculo de áreas de polígonos, como retângulos ou triângulos, evidenciando dificuldades em generalizar as noções de bases e faces laterais, tal como se observa na resposta do grupo Amanda, Elizabeth, Jordana, Maria e Margarida (figura 9).

Figura 9: Resposta de Amanda, Elizabeth, Jordana, Maria e Margarida à Q_2T_6 .



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

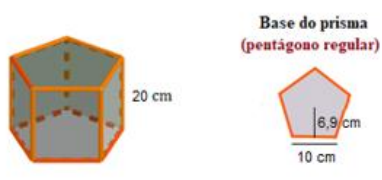
A resposta apresentada mostra que essas alunas apresentaram a conjectura da área total do prisma como “base x altura”, evidenciando dificuldades em generalizar os conceitos explorados nas planificações e formas tridimensionais dos prismas e compreender que o cálculo da área total da superfície do prisma exige a soma das áreas das bases com as das faces laterais.

Isso evidencia uma dificuldade dos alunos em generalizar e estabelecer conexões entre os conceitos de geometria plana e espacial, comprometendo a formulação de regras e proposições matemáticas no estudo de Geometria, como destaca Brunheira e Ponte (2018).

Esta dificuldade pode ter sido a razão pela qual os grupos não conseguiram, de forma autônoma, aplicar corretamente a fórmula da área da superfície do prisma ao calcular a área total de um prisma pentagonal, com base nas informações fornecidas na Q_3T_9 . Tais alunos cometeram erros tanto no cálculo da área da base quanto na aplicação da fórmula $A_T = 2A_b + A_L$, como se observa na resposta de Francisca, Jordana e Vera (figura 10).

Figura 10: Reposta do grupo Francisca, Jordana e Vera à Q_3T_9 .

3. Usando essa regra, calcule a área total desses prismas. Para o prisma pentagonal mostrado no GeoGebra, considere as medidas fornecidas na figura a seguir.



Base do prisma (pentágono regular)

20 cm

6.9 cm

10 cm

$$A_L = (10 \cdot 20) \cdot 5$$

$$A_L = 1000$$

$$A_b = \frac{5 \cdot p \cdot a}{2}$$

$$A_b = \frac{5 \cdot 10 \cdot 6.9}{2} = \frac{1.725}{2} = 862.5$$

$$Q = 69$$

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A resposta apresentada mostra que as alunas calcularam corretamente a área lateral utilizando a expressão $A_L = 5 \cdot A_R$, onde A_R é a área do retângulo $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$, e reconheceram que a área da base é composta por cinco triângulos que formam o pentágono. No entanto, ao calcular a área da base, cometeram um erro ao utilizar a fórmula incorreta $A_b = \frac{5 \cdot p \cdot a}{2}$, em vez da correta $A_b = \frac{p \cdot a}{2}$, onde p representa o perímetro do pentágono e a o apótema. Além disso, as alunas não somaram corretamente os valores obtidos para a área da base e a área lateral na aplicação da de $A_T = 2A_b + A_L$, evidenciando dificuldades na aplicação da fórmula da área da superfície de um prisma.

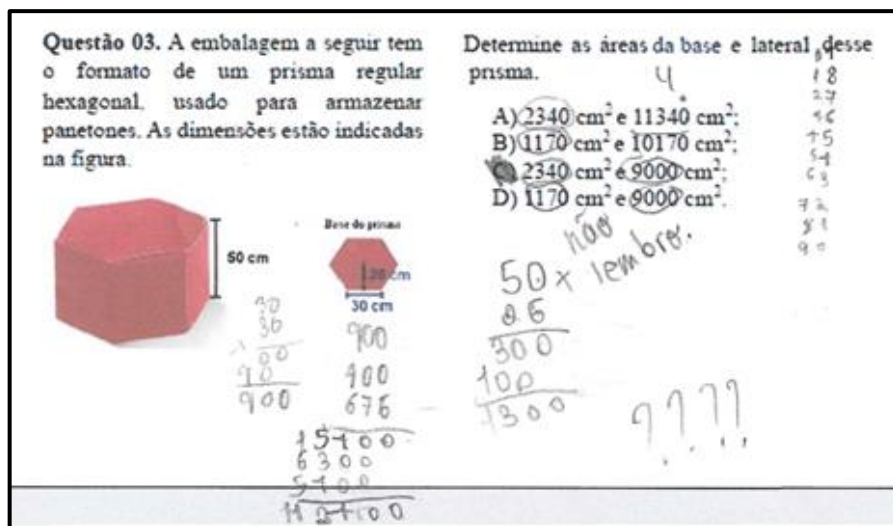
Diante das dificuldades encontradas pela maioria dos alunos em generalizar o que haviam aprendido no cálculo da área da superfície de prismas triangulares e pentagonais para a formulação de uma regra geral aplicável a qualquer prisma, o professor conduziu uma discussão coletiva. Neste momento, foram analisadas as estratégias utilizadas pelos grupos, identificando-se os principais desafios enfrentados pelos alunos ao representar uma regra para a área da superfície do prisma e sua aplicação na resolução de problemas.

Com base nessa análise, o professor sistematizou a regra geral para o cálculo da área total da superfície de um prisma, apresentando e validando a fórmula geral que permite calcular a área total (A_T) de um prisma em função da área da base (A_b) e

da área lateral (A_L). Ele destacou como essa relação pode ser aplicada a diferentes tipos de prismas, promovendo uma compreensão mais abrangente do conceito.

Na questão Q_3T_7 , os alunos foram desafiados a aplicar a regra da área da superfície para resolver um problema prático que envolvia o cálculo da área lateral e da área da base de um prisma hexagonal. Os resultados indicam que oito alunos aplicaram corretamente as relações matemáticas e obtiveram a resposta correta. No entanto, seis alunos, apresentaram dificuldades na aplicação dessas relações, tanto no cálculo da área lateral quanto da área da base, evidenciando fragilidades na compreensão desses conceitos. Alguns alunos, mesmo selecionando a resposta correta, demonstraram dificuldades na justificativa do raciocínio, como exemplificado na resposta da aluna Fernanda.

Figura 11: Resposta da aluna Fernanda à Q_3T_{10}



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A resposta apresenta um erro no cálculo da área lateral, pois a aluna fez $30 \cdot 30 = 900$, quando o correto seria $30 \cdot 50 \cdot 6 = 9000$. No cálculo da área da base, o aluno iniciou com $50 \cdot 26 = 1300$, mas desistiu de continuar e escreveu "Não lembro", quando, na verdade, deveria ter aplicado a fórmula $A_b = \frac{6 \cdot 30 \cdot 26}{2} = 2340$. Assim, a aluna evidencia dificuldades em aplicar as fórmulas necessárias para o cálculo da área lateral e da base, evidenciando incompreensões dos conceitos fundamentais para a resolução desse tipo de problema.

4.3 VOLUME

Na tarefa 8, a exploração do material lúdico envolveu a construção de um puff em formato de prisma quadrangular com garrafas de plástico. A atividade permitiu que os alunos reconhecessem a importância da base e altura no cálculo do volume do prisma, como observa-se no diálogo entre Elaine, Michele e o pesquisador (figura 12).

Figura 12: Diálogo entre as alunas e pesquisador e ilustração do agrupamento das garrafas pet durante exploração do puff.

Pesquisador: O puff é um paralelepípedo retângulo, então precisamos entender como ele se constrói. Vocês vão pegar as garrafas de 4 em 4 e amarrar para construir um lado do prisma, faça isso 4 vezes e você terá o volume pronto, depois basta passar a fita “durex” em volta da figura para visualizar qual prisma se formou. Elaine: Entendi! Mas como podemos garantir que a base [do prisma] fique estável e que a altura esteja associada ao volume? [indica a 1ª camada de garrafas do puff] Pesquisador: Para garantir a estabilidade, é importante que as garrafas fiquem bem ajustadas. Ao empilhá-las, pensem na base. Michele: Então, ao empilhar as garrafas, criaremos um modelo físico que nos ajuda a entender o volume do puff? Pesquisador: Isso mesmo! Ao fazer isso, vocês visualizarão a relação entre a área da base e a altura, o que é fundamental para compreender o conceito de volume. Michele: Perfeito! Vamos começar a montar então. Obrigado pela orientação, professor!	
--	--

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No diálogo, o professor orienta as alunas a visualizarem a base e a altura, incentivando-as a descobrir a relação entre esses elementos para o cálculo do volume do prisma. Ao montar o puff, as alunas percebem como a área da base e a altura são essenciais nesse processo.

A partir dessa construção, todos os grupos conseguiram calcular corretamente o volume do puff (prisma quadrangular), multiplicando a quantidade de garrafas que representam a base pela altura. Este entendimento é evidenciado na resposta do grupo de Bryan, Francisca, Jordana e Marcela, que respondeu “16 garrafas, considerando cada uma das camadas [do puff]” à Q_{3T8}: “Qual é o volume desse puff? Expresse em termos de quantidade de garrafas utilizadas? ”.

O cenário apresentado evidencia o potencial dos materiais manipuláveis na promoção da compreensão geométrica, pois, ao possibilitarem a manipulação concreta e a visualização das partes tridimensionais das figuras, contribuem significativamente para o desenvolvimento do pensamento espacial dos alunos,

conforme destacam Silva, Gaspar e Fonseca (2022). Nesse sentido, experiências didáticas que integram materiais manipuláveis e tecnologias digitais, como o GeoGebra, incentivam a descoberta, a experimentação e a visualização, favorecendo de forma efetiva a aprendizagem da Geometria.

Na Tarefa 9, os alunos aplicaram as ideias da construção do puff para calcular o volume de um prisma de base pentagonal e formular uma conjectura sobre a regra para calcular o volume de prismas com qualquer base. Os resultados mostram que todos os grupos conseguiram identificar as medidas da base e da altura, utilizando essas informações para calcular o volume dos prismas, como evidenciado no diálogo entre os alunos Bryan, Francisca e o pesquisador.

Bryan: É a área da base vezes a altura, certo? [Refere a como calcular o volume do prisma]

Pesquisador: Exato! E como calculamos a área da base?

Francisca: Se for um retângulo, multiplicamos largura pela altura.

Pesquisador: Certo, mas se a base for um triângulo?

Bryan: Acho que é base vezes altura dividida por dois.

Pesquisador: Isso mesmo! [...] Vamos focar em um prisma triangular. E se não descobrirmos a altura?

Francisca: Não dá para calcular o volume, certo?

Pesquisador: Exato. E se não tivermos o valor da base?

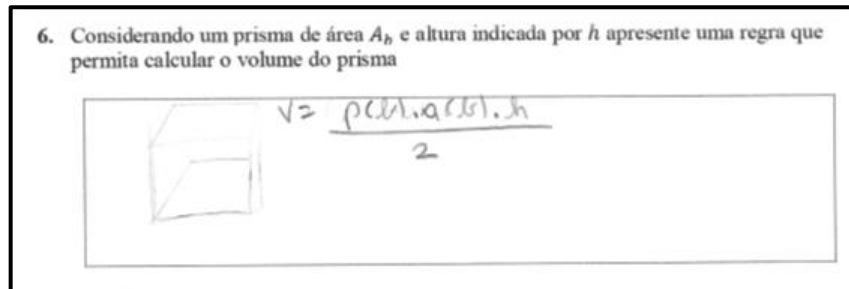
Francisca: Podemos calcular [...] obrigado pela ajuda professor!

No diálogo, os alunos demonstram a capacidade de formular conjecturas sobre o cálculo do volume do prisma. Bryan corretamente identifica que o volume é dado pela multiplicação da área da base pela altura ($V = A_b \cdot h$). Francisca explica que, para uma base retangular, a área é calculada multiplicando a largura pela altura, enquanto Bryan, ao falar de uma base triangular, aplica corretamente a fórmula $\frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$. À medida que o diálogo avança para outras formas poligonais, os alunos percebem que a fórmula do volume varia conforme a base do prisma. Eles também discutem a necessidade das medidas da altura ou da base para calcular o volume, demonstrando um entendimento correto do procedimento do cálculo do volume do prisma.

No entanto, responder à $Q_6 T_9$, os resultados mostram que os grupos não conseguiram generalizar a conjectura para uma regra algébrica que permitisse

calcular o volume de um prisma. Em vez disso, apresentaram uma expressão baseada na fórmula da área de um polígono que descreve a base, como evidenciado na resposta do grupo Bryan, Margarete e Paulo (figura 13).

Figura 13: Resposta de Bryan, Margarete e Paulo à $Q_6 T_9$.

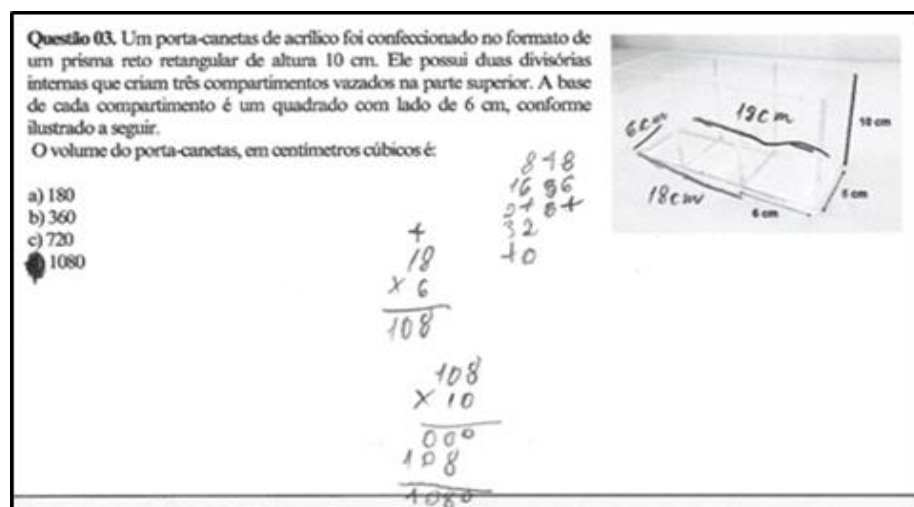


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

No final da discussão coletiva, o pesquisador explicou aos alunos que a fórmula para o cálculo do volume de um prisma é dada por $V = A_b \cdot h$, em que A_b representa a área da base e h é a altura do prisma. Em seguida, validou matematicamente essa relação, aplicando-a na resolução de problemas com volumes de prismas.

Na Tarefa 10, os alunos foram desafiados a calcular o volume de um porta-canetas na forma de prisma quadrangular ($Q_3 T_9$). Os resultados mostram que dois alunos responderam corretamente, calculando a área da base e aplicando a fórmula do volume, como exemplificado na resposta de Fernanda (figura 14).

Figura 14: Resposta da aluna Fernanda à $Q_3 T_{10}$.



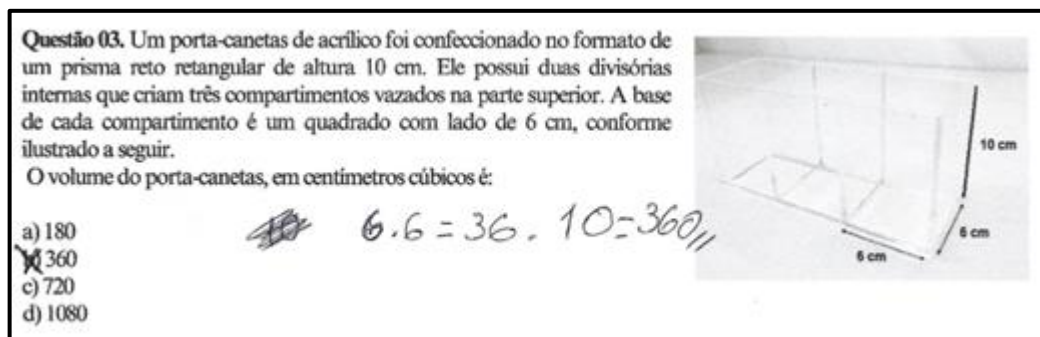
Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na resposta apresentada, os excertos “ $18 \times 6 = 108$ ” e “ $108 \times 10 = 1080$ ” indicam que a aluna calculou corretamente a área da base do prisma quadrangular

que compõe o porta-canetas e, em seguida, multiplicou pelo valor da altura (10) para determinar o volume do objeto, revelando sua compreensão da aplicação da fórmula do volume de prismas.

Os demais nove alunos que erraram a questão $Q_3 T_{10}$, cometeram equívocos ao calcular o volume de apenas de um dos prismas que compõem o porta-caneta, apresentando como resultado do volume o registro " $V = 6 \times 6 \times 10 = 360$ ", ou equivalente, evidenciando dificuldades na aplicação da fórmula do volume e na identificação da estrutura completa da figura 15.

Figura 15: Resposta do aluno Paulo à $Q_3 T_{10}$.



Fonte: Dados de pesquisa (2024).

4.4 Síntese

Os resultados indicam que a maioria dos alunos foi capaz de identificar as características dos prismas e aplicar corretamente as definições e os procedimentos de cálculo do volume, em consonância com as recomendações da literatura para o ensino de Geometria Espacial (Brunheira; Ponte, 2018). No entanto, observou-se dificuldade na generalização das noções de base e de faces laterais, o que comprometeu a formulação e aplicação de uma conjectura adequada para o cálculo da área da superfície total dos prismas.

A exploração com recursos didáticos manipuláveis e o uso do GeoGebra contribuíram significativamente para a construção de significados e a consolidação dessas noções, ao favorecer conexões entre representações bidimensionais e tridimensionais. A interação com construções geométricas dinâmicas possibilitou interpretações mais precisas dos elementos constituintes dos prismas.

Os dados também evidenciam o papel essencial da mediação docente e a necessidade de momentos de sistematização para promover a consolidação das aprendizagens. Notou-se que a generalidade dos alunos apresentou dificuldades em

formular, de forma autônoma, uma conjectura sobre a definição e o cálculo da área da superfície dos prismas, sendo essas ideias validadas e retomadas pelo pesquisador em discussões coletivas.

5 CONCLUSÕES DO ESTUDO

Este estudo analisa a combinação de tarefas exploratórias, integrando recursos didáticos manipuláveis e o GeoGebra, com foco na aprendizagem dos alunos sobre o conceito de prisma. Os resultados indicam que materiais manipuláveis e o uso do GeoGebra contribuíram para a formulação de conjecturas sobre prismas pelos alunos.

A exploração lúdica de sólidos geométricos em formato tridimensional, combinada com suas planificações, permitiu aos alunos diferenciar prismas de outros sólidos, como corpos redondos e pirâmides, além de identificar que as bases são paralelas e as faces laterais são retangulares. O uso interativo do GeoGebra, com construções dinâmicas de prismas e suas planificações integradas, possibilitou modificações e rotação das formas, reforçando e consolidando o entendimento dos alunos.

Ademais, o professor se beneficiou destes recursos para ilustrar conceitos e esclarecer dúvidas, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico. Este processo auxiliou na validação das conjecturas durante a interação com os alunos. Isso reforça a importância de materiais manipuláveis e tecnologias digitais que, ao promoverem ludicidade e interatividade, criam um ambiente seguro para a experimentação, permitindo aos alunos expressarem dúvidas e compartilharem descobertas, conforme destacado por Murari (2011) e Leung (2017).

Quanto à aplicação das conjecturas para resolver problemas, os resultados mostram que a maioria dos alunos foi capaz de aplicar as regras de definição para analisar afirmações sobre prismas e julgar sua veracidade, bem como utilizar a fórmula para o cálculo do volume do prisma na resolução de problemas. No entanto, observou-se que os alunos enfrentaram dificuldades em generalizar as conjecturas por regras na forma algébrica, especialmente no caso da fórmula da área total da superfície do prisma. Essa dificuldade impediu a aplicação correta dessa fórmula na resolução de problemas.

Tal situação sugere que, embora a exploração lúdica e interativa desempenhe um papel essencial na aprendizagem, é importante complementá-la com momentos de sistematização e reflexão voltados à resolução de problemas, tal como apontam Ponte (2005). Esses momentos são fundamentais para consolidar o aprendizado e aprofundar a compreensão dos conceitos matemáticos, conforme atestam Oliveira,

Menezes e Canavarro (2013). Uma limitação deste estudo foi a realização de poucos desses momentos, aspecto que será aprimorado em investigações futuras.

Destacamos também a importância do papel do professor na condução das aulas. A mediação do professor durante as atividades exploratórias e nas discussões coletivas mostrou-se essencial para apoiar os alunos na superação de dificuldades e na compreensão das ideias que fundamentam a formulação de conjecturas. Isso ressalta a relevância da abordagem de ensino exploratório como uma prática que favorece a investigação em Matemática, conforme aponta Canavarro (2011).

Os resultados aqui apresentados sugerem que experiências didáticas que integram materiais manipuláveis e tecnologias digitais como o GeoGebra, incentivam a descoberta, a experimentação e a visualização, favorecendo a aprendizagem da Geometria, conforme apontam Silva, Gaspar e Fonseca (2022).

Adicionalmente, corroboram a indicação de Ponte (2005) e Canavarro (2011), que apontam para a importância da adoção de abordagem de ensino exploratório de matemática, que integrem sequências de tarefas estruturadas, no desenvolvimento de experiências didáticas para o ensino de matemática, a fim de proporcionar aos alunos um aprendizado mais significativo e aprofundado.

Como implicação educacional deste estudo, ressalta-se que a experiência didática apresentada pode servir como uma contribuição valiosa para professores e pesquisadores em busca de abordagens inovadoras no ensino, que promovam uma aprendizagem lúdica e interativa. Este estudo representa apenas um primeiro passo na compreensão dessas potencialidades, possibilitando cada vez mais um aprofundamento no uso de recursos e estratégias que favoreçam sua aplicação efetiva.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional da presente pesquisa é uma sequência didática intitulada: "Sequência Didática para o Ensino de Prisma, com Ludicidade e Interatividade", apresentada em forma de e-book (figura 16). Este material foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar professores do ensino básico na implementação de práticas pedagógicas que promovam a aprendizagem dos conceitos de prismas de forma lúdica e interativa.

Figura 16: Ilustração da capa do produto educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor

6.1 OBJETIVOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto educacional integra uma sequência didática composta por dez tarefas, que incentivam a exploração dos prismas por meio recursos didáticos manipuláveis e o GeoGebra. Essa sequência tem como propósito estimular a curiosidade dos alunos, promover a investigação e a desenvolver habilidades críticas e criativas no contexto do ensino de matemática.

Ao integrar diferentes recursos didáticos, o produto educacional busca tornar o ensino da geometria uma experiência mais envolvente e efetiva, contribuindo para a atuação dos alunos como protagonistas da sua aprendizagem.

6.2 POR QUE ESTE PRODUTO EDUCACIONAL FOI PENSADO PARA O ALUNO?

Este produto educacional foi desenvolvido para oferecer uma abordagem inovadora e interativa no ensino de prismas, tornando a aprendizagem mais efetiva para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. O objetivo é incentivar a participação ativa dos alunos, utilizando métodos lúdicos que despertam a curiosidade e promovem a investigação.

A integração de recursos didáticos manipuláveis com o software GeoGebra possibilita uma experiência dinâmica e envolvente, facilitando a compreensão dos conceitos geométricos e suas aplicações no cotidiano. Além disso, busca-se desenvolver a criatividade e o pensamento crítico, habilidades essenciais para a formação acadêmica e profissional.

6.3 ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL

O e-book que contempla o produto educacional está estruturado da seguinte forma:

 Na seção “Apresentação” é introduzido o produto educacional, no qual se destaca sua construção a partir do ensino de Geometria Espacial. O texto ressalta a importância de experiências de aprendizagem que conectem representações bidimensionais e tridimensionais, enfatizando o uso de materiais manipuláveis e tecnologias digitais na construção do conhecimento. Além disso, apresenta o contexto de aplicação do produto e a sequência didática desenvolvida para o ensino do conceito de prisma, com uma abordagem lúdica e interativa.

✚ Na seção “Parte 1: Um Processo Sequencial”, são apresentados os pressupostos teóricos que fundamentam a construção do produto educacional. O texto destaca a importância do estudo dos prismas na Geometria Espacial e discute estratégias didáticas que favorecem a aprendizagem da Matemática, auxiliando os alunos a superar dificuldades. Além disso, aborda o uso de recursos didáticos manipuláveis e tecnologias digitais e descreve os objetivos das tarefas que compõem a sequência didática.

✚ Na seção “Parte 2: Sequência didática”, são descritas as questões das dez tarefas que compõem a sequência didática que foram aplicadas aos alunos, com o objetivo de promover a aprendizagem dos conceitos relacionados aos prismas, incluindo sua definição, cálculo de áreas e volumes. Cada tarefa foi elaborada para estimular a exploração ativa, utilizando recursos manipuláveis e tecnologias digitais, como o GeoGebra.

Por fim, o e-book termina com as referências bibliográficas e apêndice com planificações dos prismas que foram usadas nas tarefas.

7 REFLEXÕES FINAIS

Acredito ser importante destacar que a realização deste estudo foi uma grande oportunidade de aprendizado para meu desenvolvimento profissional, tanto como pesquisador quanto como professor de Matemática. Ao longo da pesquisa, o processo de investigação matemática revelou-se um caminho repleto de desafios e aprendizados relevantes.

A condução das aulas, em particular, apresentou dificuldades que exigiram uma adaptação constante e uma reflexão crítica sobre minha prática docente. Um dos principais obstáculos foi o engajamento dos alunos em atividades que exigiam um pensamento matemático mais profundo. Para superar essa barreira, busquei incorporar o ensino e prática investigativa, através de discussões e resolução de problemas em grupos, o que não só aumentou a participação, mas também estimulou um ambiente propício ao aprendizado colaborativo.

Na preparação das tarefas, enfrentei o desafio de criar atividades que fossem ao mesmo tempo desafiadoras e acessíveis. O equilíbrio entre esses dois aspectos é crucial para manter o interesse dos alunos a fim de promover o aprendizado efetivo. Através do retorno contínuo dos alunos, as tarefas foram refinadas, tornando-as mais interativas e lúdicas. Esta abordagem não apenas facilitou o entendimento dos conceitos, mas também tornou o processo de aprendizagem mais prazeroso.

A construção das applets foi outro aspecto desafiador da pesquisa. A implementação de recursos tecnológicos para facilitar a visualização de conceitos matemáticos exigiu um investimento significativo de tempo e esforço. No entanto, esta experiência ensinou a importância de testar e ajustar constantemente as ferramentas. Com o apoio das orientações recebidas e um olhar crítico sobre as limitações das applets, por conta disso foi possível desenvolver recursos que realmente ajudaram os alunos a visualizarem e compreenderem os conteúdos de forma mais clara e eficaz.

A ludicidade e a interatividade emergiram como elementos cruciais para o sucesso da pesquisa, em que estas características não apenas tornaram as aulas mais dinâmicas, mas também incentivaram os alunos a se tornarem protagonistas de seu aprendizado. Ao transformar dificuldades em aprendizados, foi possível perceber que a reflexão constante sobre a prática docente é essencial para o crescimento enquanto pesquisador e educador. Cada obstáculo superado contribuiu para a

formação do professor-pesquisador, proporcionando uma compreensão mais profunda dos processos de ensino-aprendizagem e da importância de um ambiente educacional estimulante.

Todo o processo de planejamento e desenvolvimento da pesquisa foi fundamental para o meu crescimento profissional como pesquisador, permitindo criar uma experiência de ensino que priorize a ludicidade e a interatividade. Desde o início, foi possível perceber que a construção de um ambiente de aprendizagem estimulante traz uma abordagem intencional e cuidadosa.

Através deste árduo trabalho, houve a viabilização para estruturar aulas que envolvessem os alunos, como também a promoção de um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo, em que cada aluno pudesse se sentir valorizado e motivado a contribuir. Essa transformação se reflete nos resultados obtidos, que evidencia como a integração de atividades interativas e lúdicas é crucial para o envolvimento dos alunos e para a compreensão de conceitos matemáticos complexos.

Ao incorporar a discussão em grupo e a resolução colaborativa de problemas, pude observar um aumento significativo na participação dos alunos, o que reforça a ideia de que a aprendizagem é um processo social e contextualizado. As atividades planejadas foram cuidadosamente ajustadas com base no retorno contínuo, o que não apenas tornou o conteúdo mais acessível, mas também despertou o interesse dos alunos em explorar a Matemática de maneira mais profunda. Essa experiência prática demonstrou que, ao oferecer desafios que equilibram dificuldade e acessibilidade, consegue-se envolver os alunos de maneira mais eficaz.

Assim, este estudo pretende contribuir para a investigação sobre a aprendizagem da Geometria na educação básica, lançando luz sobre como estruturar experiências didáticas que integram ludicidade e interatividade, com o objetivo de potencializar a aprendizagem de prismas.

A jornada até aqui ensinou que cada desafio enfrentado não foi apenas uma barreira a ser superada, mas uma oportunidade de crescimento na aprendizagem sobre o assunto de prismas a fim de desenvolver uma prática pedagógica mais eficaz e abrangente.

Considero que seja viável explorar possibilidades para novas pesquisas e/ou extensões futuras do trabalho, especialmente através da integração de tecnologias como a realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA). A utilização de RV e RA no ensino da Geometria Espacial pode transformar significativamente a abordagem

pedagógica, proporcionando experiências de aprendizagem imersivas e interativas que vão além das práticas tradicionais. Essas tecnologias permitem que os alunos visualizem e manipulem prismas em um ambiente tridimensional, tornando os conceitos abstratos mais concretos e acessíveis.

Além disso, a implementação de RV e RA pode facilitar a criação de ambientes de aprendizagem personalizados, adaptados às necessidades individuais dos alunos. Por exemplo, através de simulações em RV, os alunos podem explorar diferentes formas e propriedades de prismas em um espaço virtual, enquanto a RA pode ser utilizada para sobrepor informações digitais ao mundo real, auxiliando na compreensão dos conceitos geométricos aplicados ao cotidiano. As ferramentas citadas não apenas enriquecem a experiência educativa, como também incentivam a curiosidade e a investigação, promovendo um aprendizado ativo e engajador.

Portanto, as futuras pesquisas e extensões do trabalho poderiam focar na integração dessas tecnologias para desenvolver novos métodos didáticos e recursos educacionais. O potencial de RV e RA para revolucionar o ensino da Geometria Espacial é vasto, oferecendo oportunidades únicas para aprimorar a compreensão, criatividade e pensamento crítico dos alunos. Com essa abordagem inovadora, acredito ser possível criar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e envolvente, que prepare os alunos para os desafios acadêmicos e profissionais do futuro.

REFERÊNCIAS

BATTISTA, M.T. The development of geometric and spatial thinking. In: LESTER, F.K. (Ed.). **Second handbook of research on mathematics teaching and learning**. Greenwich, CN: Information Age, 2007. p. 843-908.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_sit e.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

BRIGO, G. P.; NEHRING, C. M.; BATTISTI, I. K. Geometria espacial e teoria dos campos conceituais: uma revisão de literatura em estudos no contexto da educação básica. **Educação Matemática em Revista - RS**, v. 25, n. 2, p. 14-27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.37001/EMR-RS.v.2.n.25.2024.p.14-27>. Acesso em: 15 jul. 2024.

BRUNHEIRA, L.; PONTE, J.P. Definir figuras geométricas: uma experiência de formação com futuras professoras e educadoras. **Quadrante**, v. 27, n. 2, p. 133-159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.48489/quadrante.22965>. Acesso em: 15 jul. 2024.

CANAVARRO, A. P. Ensino exploratório da Matemática: práticas e desafios. **Educação e Matemática**, v. 115, p. 11-17, 2011. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/4265>. Acesso em: 15 jan. 2025.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 15 jan. 2025.

COBB, P.; STEFFE, L. P. O pesquisador construtivista como professor e construtor de modelos. **Revista de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 14, n. 2, pág. 83–94, 1983. Disponível em: <https://cepa.info/2096>. Acesso em: 13 fev. 2025.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos**. Tradução de M. Lopes. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

ENGELBRETCH, J.; LLINARES, S.; BORBA, M. C. Transformação da sala de aula de matemática com a internet. **ZDM: The International Journal on Mathematics Education** v. 52, p. 825-841, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>. Acesso em: 10 fev. 2025.

FONSECA, V. G. **Aprendizagem com compreensão dos conceitos de limite e continuidade: uma experiência de ensino com recurso ao GeoGebra na formação inicial de professores de matemática**. Tese de doutorado, Universidade de Lisboa, 2019. 414 p. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/42789>. Acesso em: 08 out. 2024.

FONSECA, V. G.; HENRIQUES, A. C. Professores de matemática em formação inicial usando GeoGebra para aprender sobre taxa instantânea de mudança. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 5, n. 4, p. 534-556, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1958942> . Acesso em: 08 out. 2024.

LEUNG, A. Exploring techno-pedagogic task design in the mathematics classroom. In: LEUNG, A.; BACCAGLINI-FRANK, A. (Eds.), **Digital technologies in designing mathematics education tasks: Potential and pitfalls**. Cham: Springer, 2017. p. 3–16.

LIMA, I. P.; CASTRO, E. R.; NASCIMENTO, F. J. O uso do software GeoGebra no ensino da geometria analítica: experiências vivenciadas no contexto escolar. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332535134>. Acesso em: 7 mai. 2025.

LORENZATO, S. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, S. (Orgs.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. São Paulo: Autores Associados, 2006. p. 3-38.

MURARI, C. Experienciando materiais manipulativos para o ensino e a aprendizagem da matemática. **Bolema**, v. 25, n. 41, p. 187-211, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/72999>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVEIRA, H.; MENEZES, L.; CANAVARRO, A. P. Conceptualizando o ensino exploratório da Matemática: Contributos da prática de uma professora do 3.º ciclo para a elaboração de um quadro de referência. **Quadrante**, v. 22, n. 2, p. 29-53, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.48489/quadrante.22895>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PONTE, J. P. Gestão curricular em Matemática. In: GTI (Ed.). **O professor e o desenvolvimento curricular**. Lisboa: APM, 2005. p. 11-34.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. Investigação matemática na sala de aula. 2. ed. Belo Horizonte: **Autêntica**, 2009. 160 p.

SANTOS, E. V. N.; VIEIRA, W.; IMAFUKU, R.S.; PEREIRA, E.F.M. Potencialidades envolvidas em uma atividade investigativa sobre Geometrias Plana e Espacial com o uso do GeoGebra 3D. **Tangram**, v. 7, n. 2, p. 2595-0967, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/tangram.v7i2.17598>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SETTIMY, T.F.O.; BAIRRAL, M. A. Dificuldades envolvendo a visualização em geometria especial. **Vidya**, v. 40, n. 1, p. 177-195, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37781/vidya.v40i1.3219>. Acesso em: 15 fev. 2025

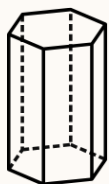
SILVA, A. L. S.; GASPAR, J. C. G.; FONSECA, V. G. Simetria axial na pandemia da covid-19: uma proposta didática com recurso do uso de dobraduras e o GeoGebra. In: GASPAR, J. C. G. et al. (Org.). **Ciclo de formação em ensino de matemática:**

contribuições do ensino, pesquisa e da extensão na formação do professor de Matemática. Nova Xavantina: Pantanal, 2022. p. 11-26. Disponível em: <https://doi.org/10.46420/9786581460372>. Acesso em: 15 fev. 2025.

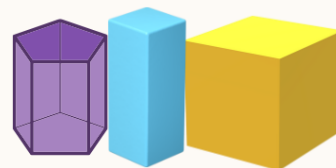
SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema**, Rio Claro, v. 14, p. 66-91, 2000.

STEFFE, L; THOMPSON, P. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential, elements. In: LESH, R.; KELLY, A. (Ed.). **Research design in mathematics and science education.** Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2000. p. 267-307.

ZABALA, A. J. **A prática educativa: como ensinar.** Tradução de Ernani Ferreira da Fonseca Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.



QUESTIONÁRIO



1. O conteúdo de Geometria faz parte da disciplina de Matemática. Para você este conteúdo é mais fácil ou mais difícil que os outros desta disciplina? Explique sua resposta.

2. Os sólidos geométricos são parte do conteúdo de geometria. Dê exemplos de diferentes tipos de sólidos geométricos.

3. Você sabe o que é um prisma? Em caso afirmativo, poderia compartilhar se já estudou sobre prismas na escola e em que ocasião foi isso?

4. Pensando nos tipos de prismas presentes no cotidiano, dê exemplos de alguns que podem ser observados na realidade.

5. Você conhece ou já ouviu falar sobre o software GeoGebra? Se sim, poderia descrever um pouco sobre ele?

