

## DESEMPENHO DE ESTUDANTES EM SITUAÇÕES ENVOLVENDO GEOMETRIA

Felipe de Almeida Mendonça Falcão<sup>1</sup>, Tamiles da Silva Oliveira<sup>2</sup>,  
Eurivalda Ribeiro dos Santos Santana<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho representa um recorte de uma pesquisa de doutorado, e teve como objetivo analisar o desempenho de estudantes do sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental em relação aos Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele. O aporte teórico adotado foi a Teoria de Van Hiele, que descreve uma sequência de cinco níveis que ajudam na compreensão de como indivíduos aprendem conceitos geométricos. Utilizando uma abordagem qualitativa, foram analisados dados obtidos por meio de um instrumento diagnóstico composto por sete situações-problema envolvendo conceitos de geometria. O instrumento foi implementado a três turmas de sexto ano de duas escolas públicas no sul da Bahia, totalizando 68 estudantes. As respostas dos estudantes foram corrigidas e computadas, fornecendo a base da pesquisa. Por sua vez, a análise dos dados, fundamentada na Teoria de Van Hiele, permitiu identificar padrões e discrepâncias nas concepções geométricas dos estudantes. Os resultados evidenciaram dificuldades na nomenclatura de sólidos geométricos e polígonos, bem como no reconhecimento de ângulos, na distinção entre as orientações vertical e horizontal e na aplicação de transformações geométricas simples. Por outro lado, observou-se que os estudantes demonstram habilidade para reconhecer lados e vértices. Com base nos resultados, constatou-se que os estudantes se encontram majoritariamente no Nível 0 da Teoria de Van Hiele, enquanto as situações do instrumento diagnóstico exigiam habilidades correspondentes ao Nível 1. Essa constatação indica a necessidade de intervenções pedagógicas que promovam a progressão do pensamento geométrico.

**Palavras-chave:** geometria; aprendizagem; dados diagnósticos; teoria de Van Hiele.

- 
- 1 Licenciando em Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1990473602266449>.
  - 2 Doutoranda em Educação Científica e Formação de Professores, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Professora Substituta da UESC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3635270256500147>.
  - 3 Doutora em Educação Matemática, pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora Plena da UESC. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7240586669577145>.

# PERFORMANCE OF STUDENTS IN SITUATIONS INVOLVING GEOMETRY

**Abstract:** This research represents a section of doctoral research and aimed to analyze the performance of sixth-grade students in the final years of elementary school in relation to Van Hiele's Levels of Geometric Thinking. The theoretical framework adopted was Van Hiele's Theory, which describes a sequence of five levels that help in understanding how individuals learn geometric concepts. Using a qualitative approach, data obtained through a diagnostic instrument composed of seven problem situations involving geometry concepts were analyzed. The instrument was implemented in three sixth-grade classes from two public schools in southern Bahia, totaling 68 students. The students' responses were corrected and computed, providing the basis for the research. In turn, the data analysis, based on Van Hiele's Theory, allowed for the identification of patterns and discrepancies in the students' geometric conceptions. The results revealed difficulties in naming geometric solids and polygons, as well as in recognizing angles, distinguishing between vertical and horizontal orientations, and applying simple geometric transformations. On the other hand, it was observed that the students demonstrate the ability to recognize sides and vertices. Based on the results, it was found that the students are mostly at Level 0 of Van Hiele's Theory, while the situations in the diagnostic instrument required skills corresponding to Level 1. This finding indicates the need for pedagogical interventions that promote the progression of geometric thinking.

**Keywords:** geometry; learning; diagnostic data; Van Hiele theory.

## 1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa representa um recorte de uma pesquisa de âmbito mais amplo<sup>4</sup>, no nível de doutorado, a qual envolve um processo formativo on-line, cujo objeto de estudo é a unidade temática de geometria. A geometria é “[...] um elemento fundamental ao desenvolvimento do raciocínio, da criatividade, da abstração, bem como da aprendizagem da lógica e da organização do conhecimento” (Pirola, 2000, p. 17). Seu aprendizado é essencial, devido à sua aplicabilidade, tanto na Matemática quanto em outras áreas (Souza; Almeida; Madruga, 2022), permitindo que o estudante desenvolva habilidades para compreender formas e medidas de maneira intuitiva e presente no cotidiano. No entanto, “No contexto educacional atual, muitos estudiosos reconhecem que ela tem sido pouco trabalhada nas escolas” (Dreon; Binotto, 2022, p. 2). Isso, a longo prazo, pode prejudicar a aprendizagem de alguns estudantes em visualizar conceitos abstratos e fomenta a necessidade de metodologias didáticas mais acessíveis.

Diante disso, é importante entender as dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem da geometria. Atualmente, na literatura, entre os estudos que

---

4 Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, estando devidamente registrado na Plataforma Brasil sob o parecer nº 5.735.361 e certificado de apreciação ética nº 63629222.2.0000.0055.

envolvem dados diagnósticos dos estudantes e a Teoria de Van Hiele, a maioria tem foco em medir o nível do pensamento geométrico dos envolvidos (Mensah; Odro; Williams, 2023; Wulandari *et al.*, 2021; Akil; İlhan; Sevgi, 2022; Naufal *et al.*, 2020), e outros possuem foco em analisar a efetividade de modelos de ensino baseados na teoria (Adeniji; Baker, 2022; Pujawan; Suryawan; Prabawati, 2020; Machisi; Feza, 2021; Musdi *et al.*, 2020; Yalley; Armah; Ansah, 2021). Nesse sentido, há poucos estudos que utilizam os instrumentos diagnósticos para analisar o desempenho de estudantes da educação básica em conceitos de geometria.

Os estudos citados acima evidenciaram que, no geral, o nível do pensamento geométrico dos estudantes não atinge os níveis esperados, sendo que muitos entram no ensino médio sem conseguir apresentar o nível inicial da Teoria de Van Hiele (Mensah; Odro; Williams, 2023). Além disso, todos os estudos que testaram a efetividade de abordagens pedagógicas baseadas na Teoria de Van Hiele, encontraram que ela é mais efetiva para o ensino de geometria do que os métodos tradicionais de ensino (Adeniji; Baker, 2022; Pujawan; Suryawan; Prabawati, 2020; Machisi; Feza, 2021; Musdi *et al.*, 2020; Yalley; Armah; Ansah, 2021). Esses resultados reforçam a importância de diagnosticar e repensar o ensino de geometria.

Diante desse cenário, e considerando os desafios no ensino da geometria, a presente pesquisa tem como objetivo analisar o desempenho dos estudantes do sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental em relação aos Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele. A investigação se orienta pela seguinte questão de pesquisa: como se apresenta o desempenho dos estudantes do sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental relacionado aos conceitos de geometria?

Para alcançar o objetivo proposto, utilizou-se um instrumento diagnóstico composto por sete situações que abordam conteúdos de geometria. Essas situações foram estruturadas com o intuito de verificar, desde a localização de coordenadas cartesianas, até o reconhecimento, a análise e a transformação de figuras geométricas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As origens da geometria partem das civilizações antigas, nas quais o estudo do espaço e a construção de edificações exigiam conhecimentos precisos para a resolução de problemas práticos. No Antigo Egito, essa ciência possuía uma importante aplicação prática. Após as inundações do Rio Nilo, que frequentemente apagavam as demarcações de terra, os egípcios precisavam restabelecer os limites das propriedades. Para isso, utilizavam cordas e técnicas de medição que lhes permitiam calcular áreas e proporções (Boyer; Merzbach, 2012). Os gregos, por sua vez, aperfeiçoaram esses saberes empíricos e os transformaram em uma ciência bem-estruturada.

Segundo Boyer e Merzbach (2012) e Eves (1997), a evolução da geometria, a partir das demandas históricas, transformou-a em uma disciplina que não só fundamenta o pensamento lógico e crítico, mas também permite a compreensão e interpretação do mundo real. Essa evolução fez com que novas demandas surgissem, exigindo novas abordagens para seu ensino e aprendizado. Isso levou ao desenvolvimento de teorias que buscavam explicar a maneira como os indivíduos aprendem conceitos geométricos, entre elas, destaca-se a Teoria do Pensamento Geométrico de Van Hiele.

A teoria foi desenvolvida pelo casal de pesquisadores e professores holandeses Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof, em suas teses de doutorado. Apesar da morte de Dina pouco tempo após concluir sua tese, Pierre dedicou sua vida à teoria, promovendo-a e aperfeiçoando-a. A teoria apresenta níveis que ajudam na compreensão de como indivíduos aprendem conceitos geométricos, os níveis foram originalmente enumerados de 0 a 4 pelos Van Hiele, mas posteriormente os Estados Unidos introduziram a enumeração de 1 a 5 (Vojkuvkova, 2012).

Na década de 1960, a então União Soviética realizou estudos com a teoria, que devido aos resultados positivos, levaram à formulação de um novo currículo para o ensino de geometria. Foi só então na década de 1970 que a teoria chamou a atenção dos americanos, que também conduziram pesquisas. Estudos como os de Usiskin (1982) e Senk (1985) confirmaram a efetividade da teoria, o que influenciou os padrões de ensino estabelecidos pela *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) (Vojkuvkova, 2012).

Os Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele são: *Visualização*, *Análise*, *Dedução Informal*, *Dedução Formal* e *Rigor* (Cordeiro, 2019). Cada um deles representa um estágio de desenvolvimento cognitivo. Desse modo, o Quadro 1 apresenta os Níveis do Pensamento Geométrico de Van Hiele e as suas características.

Quadro 1 – Níveis do Pensamento Geométrico de Van Hiele

| Nível                                 | Descrição  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Visualização<br/>(nível 0)</b>     | Os estudantes são capazes de reconhecer figuras geométricas a partir da sua aparência, e não pelas suas características.                                   |
| <b>Análise<br/>(nível 1)</b>          | Neste nível, os estudantes são capazes de reconhecer as características das figuras, além de aprender a usar um vocabulário apropriado relacionado a elas. |
| <b>Dedução Informal<br/>(nível 2)</b> | Os estudantes começam a identificar relações entre propriedades. Além disso, conseguem acompanhar demonstrações.   |
| <b>Dedução Formal<br/>(nível 3)</b>   | Neste nível, os estudantes são capazes de realizar demonstrações.  |

| Nível                  | Descrição   |
|------------------------|---|
| <b>Rigor (nível 4)</b> | Aqui os estudantes conseguem trabalhar com sistemas matemáticos distintos, além de escrever provas matemáticas abstratas. |

Fonte: Elaboração dos autores baseado em Yalley, Armah e Ansah (2021).

De acordo com Santos e Mazzini (2021), esses níveis possuem cinco propriedades: (1) *Sequencial*: um estudante não pode alcançar um nível sem antes passar pelo nível anterior. (2) *Avanço*: a progressão (ou não) de um nível para o outro depende mais do conteúdo e da instrução dada do que da idade ou maturidade. (3) *Intrínseco e Extrínseco*: os objetos inerentes a um nível tornam-se objetos de ensino no nível seguinte. (4) *Linguística*: cada nível tem seus próprios símbolos linguísticos e seus próprios sistemas de relações. Por fim, a propriedade (5) *Combinação Inadequada*: se o estudante está em nível diferente do curso, o aprendizado pode ser prejudicado.

Os Van Hiele concluíram que o maior fator que faz com que os estudantes não compreendam geometria é que os professores apresentam a geometria em um nível maior ao que o estudante manifesta (Van Hiele-Geldof, 1984; Van Hiele, 1984), consequência das propriedades (4) e (5). Além disso, os Van Hiele propõem cinco fases de aprendizagem que ajudam os estudantes a progredirem de um nível para o outro (Aldiabat; Yew, 2024). Estas fases e suas características estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Fases da Aprendizagem da Teoria de Van Hiele

| Fase de aprendizagem                         | Características da fase  |
|--|--|
| <b>Questionamento ou Informação (fase 1)</b> | Esta fase envolve uma troca entre o professor e o estudante, que se caracteriza pelos questionamentos e pelo estudo da terminologia adequada.                                |
| <b>Orientação Direta (fase 2)</b>            | Durante esta fase, o professor direciona os estudantes a explorarem o tópico que está sendo estudado, por meio de atividades e materiais selecionados por ele.               |
| <b>Explicitação (fase 3)</b>                 | Nesta fase, os estudantes expressam suas ideias sobre as relações que descobriram por meio de atividades práticas de aprendizagem.   |
| <b>Orientação Livre (fase 4)</b>             | Durante essa fase, o professor atribui atividades que podem ser realizadas de diversas maneiras, permitindo com que os estudantes se tornem mais habilidosos e proficientes. |
| <b>Integração (fase 5)</b>                   | Por fim, nesta fase os estudantes sumarizam os aprendizados adquiridos nas fases anteriores.   |

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Aldiabat e Yew (2024).

Com base no quadro, pode-se observar que os professores apoiarão o desenvolvimento dos níveis de pensamento geométrico de seus estudantes se alinharem seu ensino de acordo com essas fases, levando em consideração os níveis de aprendizagem de geometria dos estudantes (Demir; İlhan; Sevgi, 2023). Ao passar pelas cinco fases, o estudante adquire um novo nível do pensamento geométrico (Crowley, 1994).

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa de cunho descritivo, pois, segundo Gil (2002, p. 42), “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Conforme Yin (2016), a pesquisa qualitativa busca compreender o significado das experiências humanas em seu contexto natural. O autor apresenta cinco características que distinguem pesquisas qualitativas das demais, são elas:

1. estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real; 2. representar as opiniões e perspectivas das pessoas (rotuladas neste livro como os participantes) de um estudo; 3. abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem; 4. contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano; e 5. Esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte (Yin, 2016, p. 29).

Observando as características propostas por Yin (2016), a atual pesquisa caracteriza-se como qualitativa, visto que busca compreender o raciocínio e o desempenho dos estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental, procura representar as perspectivas e os modos de pensar dos estudantes e considera o contexto escolar do estudante. Além disso, ela também pode contribuir com novas compreensões sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico e sobre como o ensino de geometria pode favorecer avanços nos níveis de raciocínio dos estudantes.

Como mencionado anteriormente, esta pesquisa é um recorte de uma pesquisa desenvolvida em um âmbito mais amplo. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo analisar o desempenho dos estudantes do sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental em relação aos Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele, por meio de situações-problema em um instrumento diagnóstico.

Nesse sentido, o instrumento foi implementado em três turmas de sexto ano, distribuídas em duas escolas públicas de dois municípios localizados no Sul da Bahia. Dentre elas, duas turmas pertencem à mesma escola, mas são conduzidas por professores diferentes. Uma turma possui 15 estudantes e a

outra, 25. A terceira turma, de outra escola, é composta por 28 estudantes. Essa composição permite a análise de variações na concepção de conceitos matemáticos entre contextos e práticas pedagógicas diferentes.

As situações do instrumento diagnóstico são adaptações de questões retiradas do site Nova Escola, elaboradas com o auxílio da plataforma on-line de edição, Canva. O instrumento foi respondido pelos estudantes antes dos professores participarem de um processo formativo e é constituído por sete situações, abordando diferentes tópicos da geometria do Ensino Fundamental. Assim, no Quadro 3 estão dispostas as sete situações que compõem o instrumento.

Quadro 3 – Situações do Instrumento Diagnóstico

**Situação 1** – A Figura 1 apresenta o desenho de uma escola, indique o que se pede em cada item:

a) Em qual linha vertical está localizada a porta da escola? \_\_\_\_\_

b) Em qual linha horizontal está localizada a porta da escola? \_\_\_\_\_

c) Em qual linha vertical e horizontal está a porta? \_\_\_\_\_

d) Em qual linha vertical e horizontal está localizada a parte mais alta da escola? \_\_\_\_\_

**Situação 2** - Observe as figuras geométricas abaixo e escreva os seus nomes.

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_

**Situação 3** - Júlia quer comprar uma caixa para guardar os seus brinquedos. Essa caixa deve ter o formato de um cubo. Na loja Júlia encontrou quatro modelos de caixas desmontadas, como podemos observar nas alternativas a seguir. Qual dessas caixas Júlia terá que comprar?

a)

b)

c)

d)

**Situação 4** - Luís precisa montar uma caixa no formato da Figura 2. Ao montar essa caixa qual figura geométrica será formada?

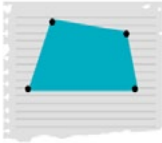
Figura 2

Resposta \_\_\_\_\_



**Situação 5** – Adriana marcou quatro pontos em uma folha de caderno. Em seguida usando uma régua ela uniu traçando segmentos de reta. Depois ela pintou a região interna como segue na Figura 3. Quantos vértices e quantos lados têm a figura que Adriana fez?

**Figura 3**



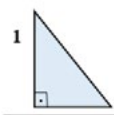
Resposta;

\_\_\_\_\_

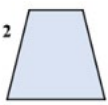
\_\_\_\_\_

**Situação 6** – Observe as figuras geométricas a seguir:

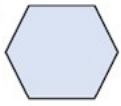
1



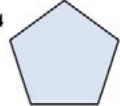
2



3



4

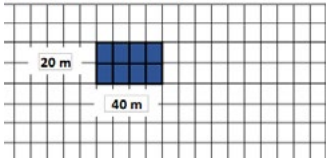


Registre no quadro a seguir o nome, quantidade de lados, de vértices e de ângulos internos de cada figura.

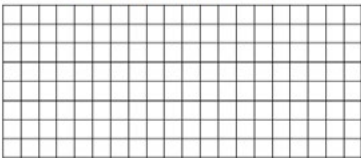
| Figura | Nome | Quantidade de lados | Quantidade de vértice | Quantidade de ângulos internos |
|--------|------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1      |      |                     |                       |                                |
| 2      |      |                     |                       |                                |
| 3      |      |                     |                       |                                |
| 4      |      |                     |                       |                                |

**Situação 7** – Rodrigo é dono de um clube e resolveu aumentar o tamanho da piscina apresentada na Figura 4, que tem 20 metros de altura e 40 metros de largura. Ele pretende construir uma piscina duas vezes maior, pinte na malha quadriculada da Figura 5 como ficará o tamanho da nova piscina.

**Figura 4: PISCINA ATUAL**



**Figura 5: PISCINA NOVA**



Fonte: Adaptado do site Nova Escola (2025).

As situações do instrumento, apresentadas acima, foram analisadas na perspectiva da Teoria de Van Hiele, concluindo-se que todas as situações exigem dos estudantes habilidades características do nível de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021). No Quadro 4, estão presentes os objetivos de cada situação, bem como a habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na qual eles foram fundamentados. Todas as habilidades listadas são esperadas para serem obtidas no quinto ano do Ensino Fundamental.



Quadro 4 – Situações do Instrumento

| Situação | Objetivo  |
|----------|---|
| 1        | Verificar se o estudante é capaz de localizar as coordenadas cartesianas no 1º quadrante (EF05MA14).    |
| 2        | Identificar se o estudante reconhece prismas e pirâmides (EF05MA16).                                    |
| 3        | Identificar se o estudante relaciona prismas e pirâmides às suas planificações (EF05MA16).              |
| 4        | Identificar se o estudante relaciona prismas e pirâmides às suas planificações (EF05MA16).              |
| 5        | Identificar se o estudante reconhece as características das figuras planas (EF05MA17).                  |
| 6        | Identificar se o estudante reconhece as características e ângulos das figuras planas (EF05MA17).        |
| 7        | Identificar se o estudante realiza a ampliação e redução de figuras em malhas quadriculadas (EF05MA18). |

Fonte: Elaboração dos autores baseado em Brasil (2018).

Antes da implementação do instrumento diagnóstico, foi orientado aos professores que lessem as situações-problema em voz alta, uma de cada vez, sem enfatizar palavras ou números, podendo repetir a leitura conforme necessário. Os estudantes eram incentivados a registrar suas tentativas de resolução no papel e, em caso de dúvidas, eram conduzidos a refletir e decidir suas próprias estratégias de resolução. Durante a resolução do instrumento, os estudantes utilizaram caneta, lápis e borracha, sendo proibido o uso de dispositivos eletrônicos. A atividade foi apresentada como um exercício individual, sem valor avaliativo, com foco na forma de pensar dos estudantes.

Após a implementação do instrumento, foi realizada a correção, que adotou, para cada situação, critérios de categorização que atribuíram “1” para respostas corretas, “0” para respostas erradas e “B” para questões deixadas em branco. Os dados obtidos foram sistematizados em planilhas do Microsoft Excel. Isso permitiu a realização de análises quantitativas que incluíram a apuração das respostas, percentuais e a identificação de tendências nas concepções dos estudantes.

A análise dos dados possibilitou identificar padrões e eventuais discrepâncias na compreensão dos conceitos geométricos entre os estudantes. Essa análise foi realizada com foco no desempenho dos estudantes, em que os erros e acertos foram examinados por situação e de maneira geral, para evidenciar se as dificuldades apresentadas eram específicas de um grupo de estudantes ou globais. Os esquemas de resolução apresentados pelos estudantes foram analisados relacionando as habilidades de raciocínio deles com aquelas descritas nos Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele.

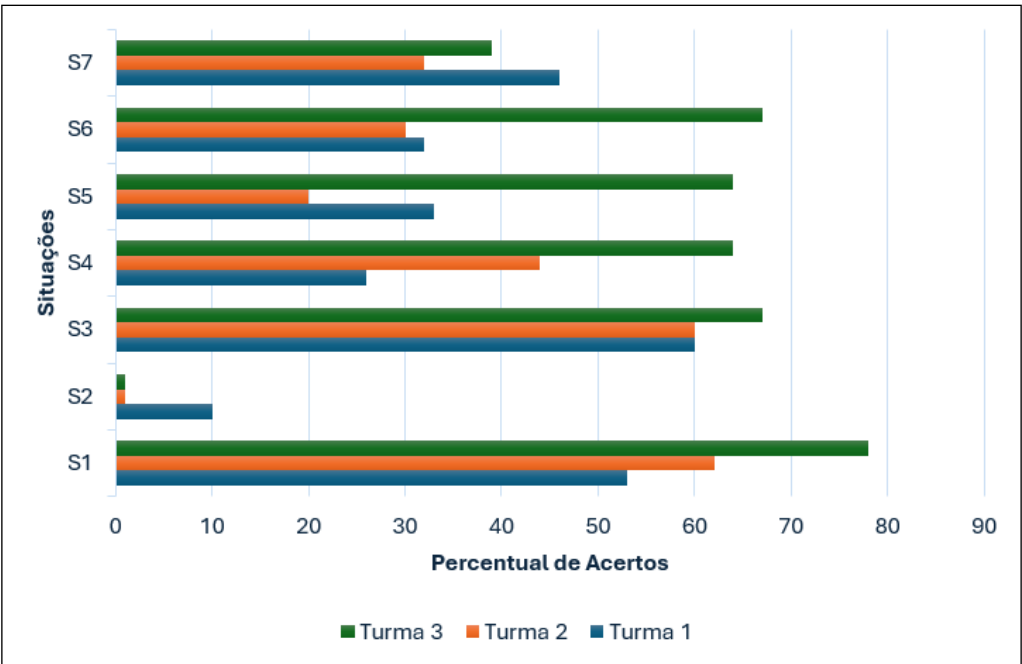
## 4 ANÁLISE DE DADOS

Nesta seção, será apresentada a análise dos dados diagnósticos. Inicialmente, será feito um panorama geral dos dados e, em seguida, uma análise por situação, o que possibilitará a identificação de padrões e dificuldades comuns dos estudantes. O desempenho foi analisado à luz da Teoria de Van Hiele. Nesse sentido, os dados foram organizados de maneira a evidenciar o desempenho geral, oferecendo uma visão de como os conceitos geométricos são assimilados e onde se concentram os principais desafios para os estudantes. Para a análise, as turmas com 15 e 25 estudantes, que pertencem à mesma escola, serão chamadas de turmas 1 e 2, respectivamente, e a de 28 estudantes será chamada de turma 3.

### 4.1 Análise Geral

A análise dos dados diagnósticos permitiu identificar onde se situam as maiores dificuldades dos estudantes. Nesse sentido, a Situação 2 se mostrou como a mais desafiadora, com 12 acertos entre suas cinco figuras e entre todos os 68 estudantes. Em contrapartida, as Situação 1 e 3 apresentaram as maiores taxas de acerto, com aproximadamente 67% e 65% de acertos, respectivamente. A discrepância das taxas de acerto entre as situações pode ser observada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Percentual de Acertos Geral



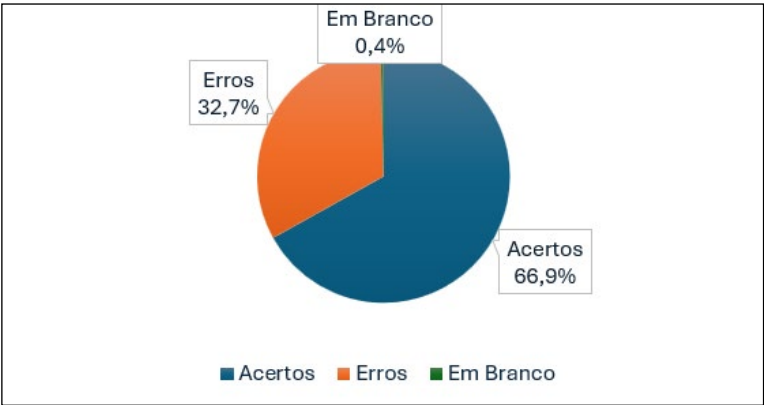
Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Analisando o gráfico, percebe-se que a turma 3 apresentou o melhor desempenho geral no instrumento, com uma taxa de acerto predominante em cinco das sete situações. Esta turma obteve, em média, aproximadamente 56% de acertos, enquanto as turmas 1 e 2 obtiveram aproximadamente 31%. Além disso, vale ressaltar que, apesar de ser a turma com mais estudantes, a turma 3 também foi a que teve menos respostas em branco, com apenas 21 ocorrências, em contraste com 95 e 185 ocorrências nas turmas 1 e 2, respectivamente. Feita esta análise geral, cada situação será analisada individualmente a seguir.

4.2 Situação 1

A primeira situação do instrumento tem como objetivo verificar se os estudantes conseguem localizar a posição de objetos em uma malha quadriculada semelhante ao primeiro quadrante do plano cartesiano. Esta habilidade está prevista para ser obtida no quinto ano dos anos iniciais (Brasil, 2018). Os dados da Situação 1 revelaram resultados positivos, e esta apresentou a maior taxa de acertos, conforme pode ser observado no Gráfico 2.

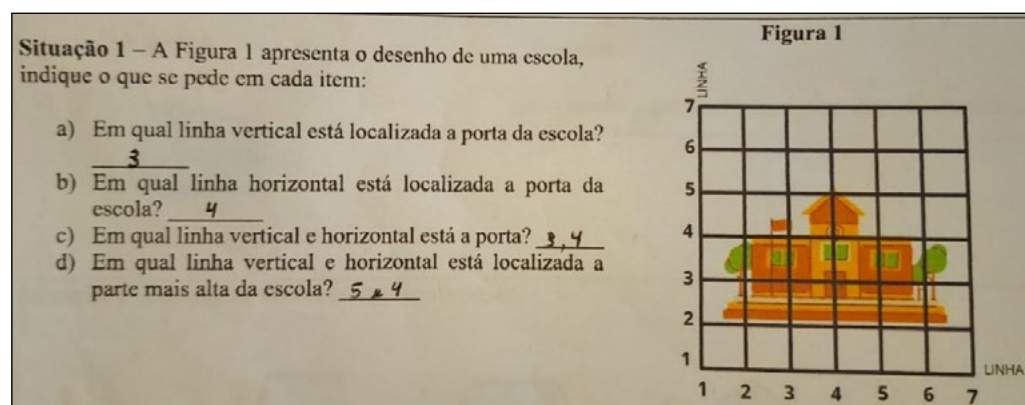
Gráfico 2 – Dados da Situação 1



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Apesar da alta taxa de acertos, aproximadamente um terço dos estudantes responderam incorretamente. Entre os que erraram, pôde-se observar que grande parte cometeu o erro esperado: não identificar corretamente a coluna e linha em que o objeto está localizado. Porém, foi observado que 12 estudantes cometeram o mesmo erro nos itens “a” e “b”, trocando o número da coluna pelo da linha e vice-versa. A Figura 1 ilustra um exemplo de resposta em que esse erro ocorreu.

Figura 1 – Exemplo da Situação 1



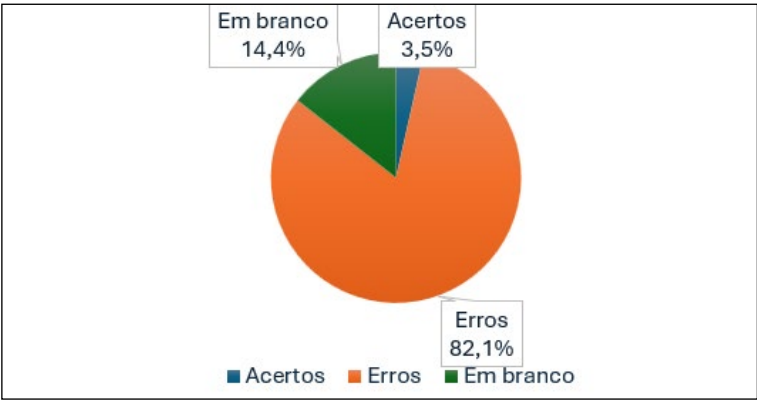
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Esse erro se deve, aparentemente, pela dificuldade em distinguir os conceitos de vertical e horizontal, neste caso discernir linhas de colunas. Segundo Yalley; Armah; Ansah (2021), é no nível de *Análise* da Teoria de Van Hiele que o estudante começa a reconhecer propriedades e características dos objetos geométricos. Logo, pode-se concluir que os estudantes que apenas se confundiram em relação às orientações vertical e horizontal, encontram-se no processo de transição do Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021) para o Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), uma vez que não demonstram ter total domínio das características do plano cartesiano. Já no caso dos estudantes que apenas erraram a coluna e a linha, pode-se dizer que eles ainda estão no nível de *Visualização* (Yalley; Armah; Ansah, 2021), pois ainda não apresentam sinais de que conseguem identificar as características do plano cartesiano.

### 4.3 Situação 2

Esta situação exige que o estudante nomeie prismas e pirâmides, o que requer a identificação do polígono que forma sua base para, então, nomeá-los. Esta habilidade é característica do nível de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021). Dentre as sete situações, esta foi a que apresentou a menor taxa de acertos, conforme os dados apresentados no Gráfico 3.

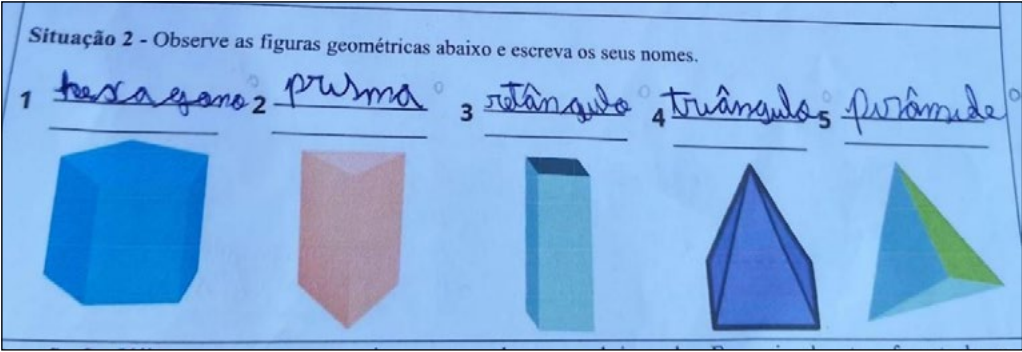
Gráfico 3 – Dados da Situação 2



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Nesta situação, muitos estudantes não conseguiram chegar a uma resposta, como evidenciado pela taxa de 15% de respostas em branco. Porém, a grande maioria dos estudantes que erraram, conseguiu relacionar os prismas e pirâmides a figuras mais simples, que remetem às originais. Por exemplo, chamando uma pirâmide de base quadrada de “triângulo”, um prisma de base triangular de “prisma” e um tetraedro de “pirâmide”. Um exemplo dessa tendência pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo da Situação 2



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

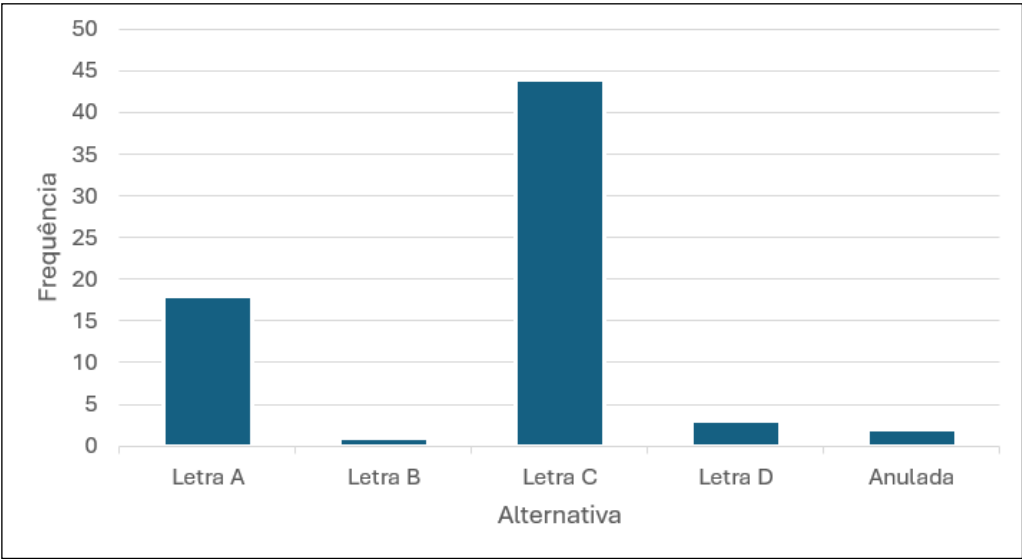
Esses erros estiveram presentes nas respostas de quase todos os estudantes, o que permite inferir que tais estudantes se encontram no processo de transição do nível de *Visualização* (Yalley; Armah; Ansah, 2021) para o de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021). Pois, embora tenham identificado o sólido pela sua aparência global (característica do nível de *Visualização*), não foram capazes de identificar o polígono que forma sua base para nomeá-lo

corretamente (habilidade do nível de *Análise*). Este resultado é semelhante ao encontrado por Mosia, Matabane e Moloi (2023), que observaram que a maioria dos erros cometidos pelos estudantes em geometria ocorre devido à formulação de conclusões baseadas apenas em representações visuais de conceitos geométricos, sem considerar as propriedades.

4.4 Situação 3

A terceira situação do instrumento requer que o estudante relacione um cubo com sua planificação, habilidade prevista pela BNCC para estudantes do quarto ano. Essa situação apresentou a segunda maior taxa de acertos, em aproximadamente 65%, com 35% de erros. Além da alta taxa de acertos, não houve nenhuma resposta em branco, resultado esperado devido ao caráter objetivo da questão. No Gráfico 4, a seguir, é apresentada a frequência de escolha de cada alternativa.

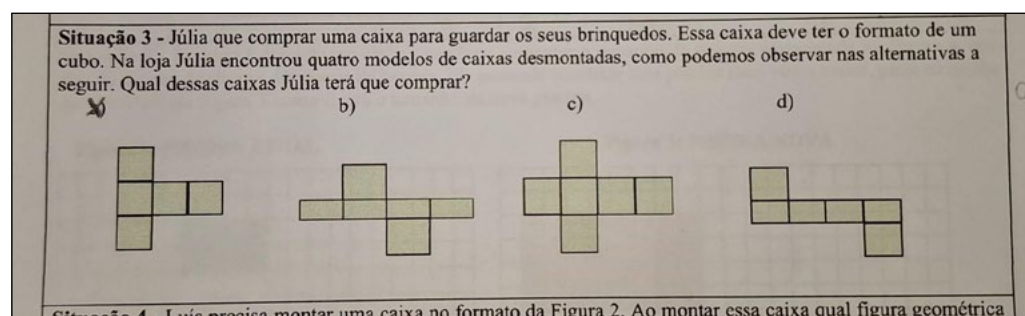
Gráfico 4 – Dados da Situação 3



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Ao analisar o gráfico, confirma-se a alta taxa de acertos da situação, com 44 ocorrências na alternativa correta, a letra “c”. Observa-se também que, mesmo a letra “a” apresentando uma planificação com apenas cinco faces, ela foi a segunda alternativa mais marcada. Isso indica que os estudantes tenderam a marcar alternativas cujas planificações eram formadas apenas por quadrados (alternativas “a” e “c”). Pode-se ver um exemplo dessa tendência na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo da Situação 3



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

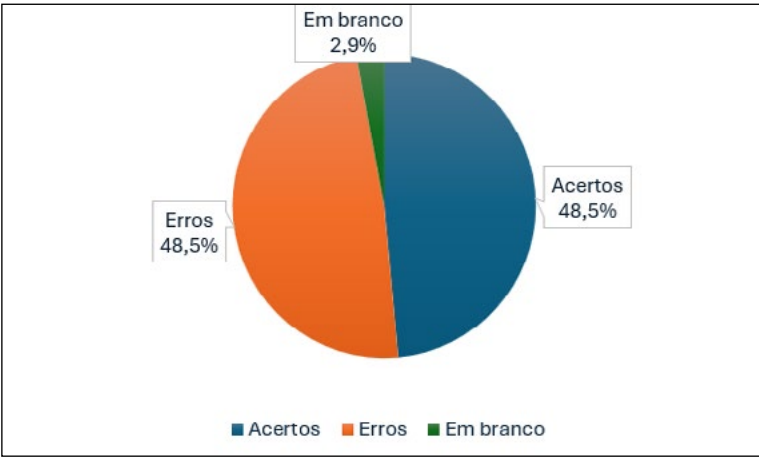
A elevada taxa de acertos da situação sugere que muitos estudantes já conseguem reconhecer a correspondência entre um sólido geométrico e sua planificação, o que indica que o Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021) foi alcançado, pois ocorre a identificação de características das figuras. Porém, a frequente escolha da alternativa “a”, sugere que parte dos estudantes ainda opera predominantemente no Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), guiando-se apenas pela aparência da figura, neste caso, pela presença exclusiva de quadrados, sem considerar que o cubo possui seis faces. Vale também ressaltar que dois estudantes marcaram mais de uma alternativa, causando a anulação de suas respostas.

#### 4.5 Situação 4

Similarmente à Situação 3, a Situação 4 requer que o estudante relacione uma planificação ao seu sólido correspondente, neste caso, uma pirâmide. Os dados desta situação estão dispostos no Gráfico 5.



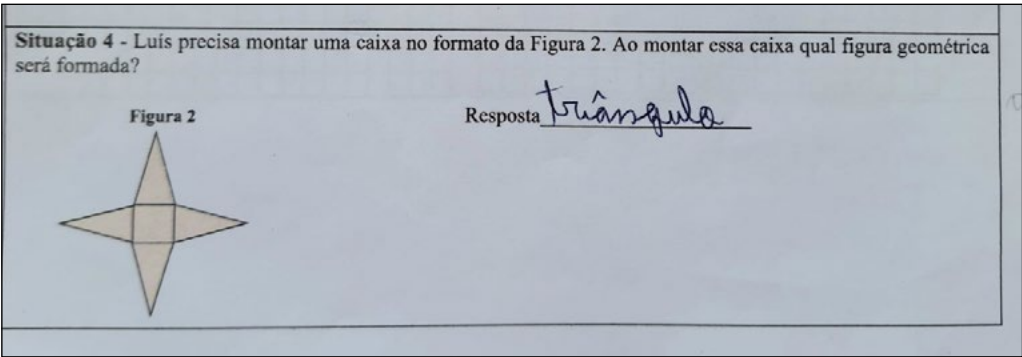
Gráfico 5 – Dados da Situação 4



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Ao analisar a resposta dos estudantes que erraram a situação, pôde-se observar que a maioria respondeu “triângulo” ou “4 triângulos”. Este padrão nas respostas pode indicar uma dificuldade em entender o que é uma planificação, já que os estudantes apenas descreveram o que viram na imagem planificada, ao invés do sólido que ela forma. Um exemplo desse tipo de resposta pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo da Situação 4



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Este tipo de erro foi observado em todas as turmas e é possível notar uma semelhança com os erros da Situação 2. Neste caso, a análise revela indícios que muitos estudantes ainda estão no Nível 0 (Yalley; Armah; Ansa, 2021). Pois, respostas como “triângulo” ou “4 triângulos” refletem uma visão

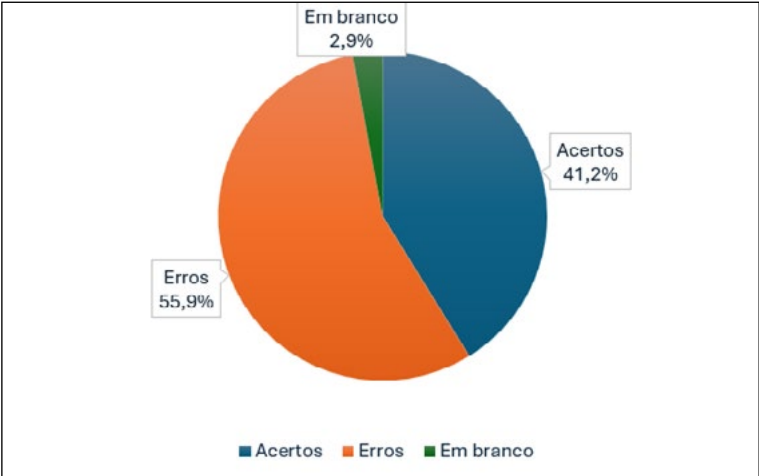
baseada apenas na aparência da figura apresentada, sem compreender que se trata de uma representação bidimensional de um sólido tridimensional.

Essa dificuldade em reconhecer o que é uma planificação indica uma limitação na capacidade de relacionar diferentes representações do mesmo objeto geométrico, habilidade correspondente ao nível de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021). Assim, apesar da situação envolver uma habilidade prevista para o quarto ano (Brasil, 2018), a análise dos dados sugere que parte dos estudantes ainda não desenvolveu a competência de relacionar representações planas e espaciais.

4.6 Situação 5

A Situação 5 requer que os estudantes analisem a imagem de um quadrilátero e informem a quantidade de lados e vértices presentes. Essa situação envolve habilidades do Nível 1 da Teoria de Van Hiele (Yalley; Armah; Ansah, 2021), pois exige que os estudantes identifiquem características de uma figura geométrica, neste caso, lados e vértices. No geral, pouco menos da metade dos estudantes acertaram a questão, conforme pode ser observado, juntamente aos demais dados, no Gráfico 6.

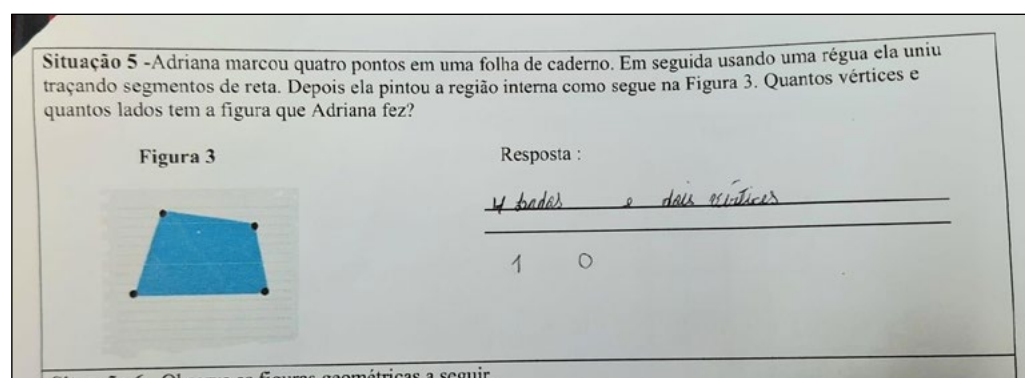
Gráfico 6 – Dados da Situação 5



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Apesar do resultado geral positivo, a maioria dos erros ocorreu em relação aos vértices. Nesse sentido, os estudantes ou erravam ou não informavam a quantidade de vértices, escrevendo apenas a de lados, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Exemplo da Situação 5



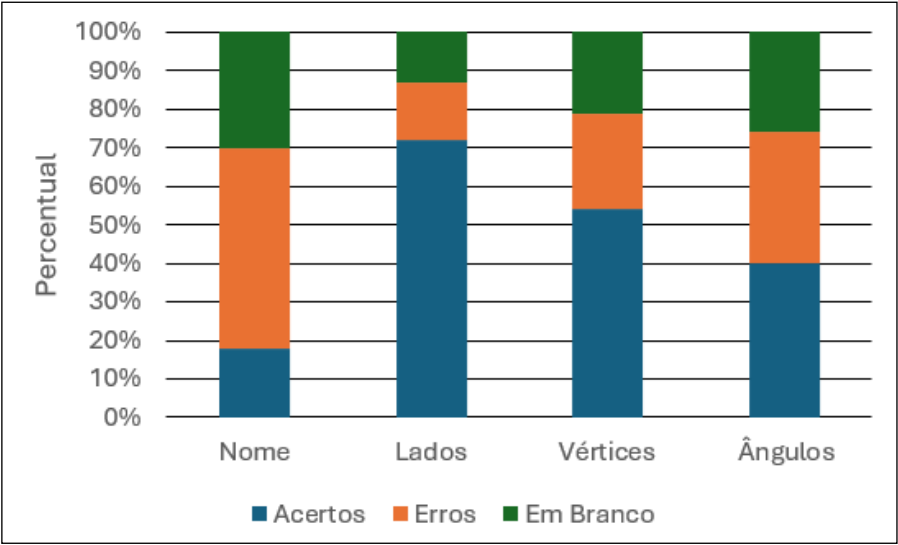
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Estes resultados evidenciam que, apesar da situação envolver uma habilidade do Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), muitos estudantes ainda apresentam dificuldades em reconhecer os vértices. O fato de que grande parte dos erros se concentrou na omissão ou na contagem incorreta dos vértices sugere que esses estudantes ainda não desenvolveram por completo a capacidade de analisar características das figuras, habilidade do Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021). A tendência de mencionar apenas os lados indica uma leitura visual mais superficial, típica do Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), na qual a figura é percebida como um todo, sem diferenciação clara de seus componentes.

#### 4.7 Situação 6

Esta Situação exigia que o estudante identificasse quatro características de quatro polígonos: nome, quantidades de lado, quantidade de vértices e quantidades de ângulos internos. Esta habilidade é caracterizada no nível de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021). Observando os dados, a taxa de acertos para determinar a quantidade de lados e de vértices foi, respectivamente, de 72% e 54%. Já para determinar a quantidade de ângulos internos dos polígonos, os estudantes apresentaram desempenho mais baixo, com 40% de acertos. Esses dados estão dispostos no Gráfico 7.

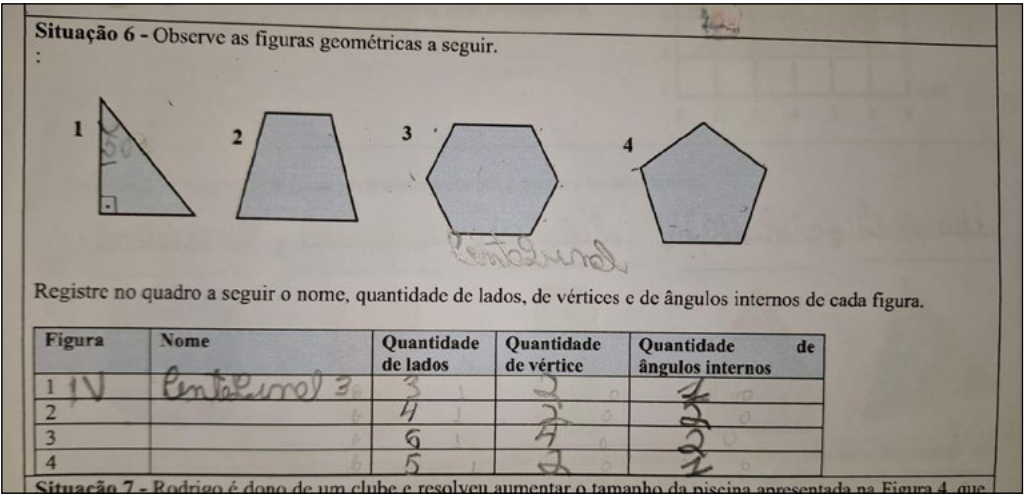
Gráfico 7 – Dados da Situação 6



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Assim como na Situação 2, observa-se que os estudantes tiveram dificuldade em nomear os polígonos, visto que 82% erraram, ou deixaram em branco o nome das figuras. Além disso, os resultados desta situação também se alinham com os da Situação 5, que indicou maior facilidade dos estudantes em determinar a quantidade de lados do que de vértices, como pode ser observado no exemplo exibido na Figura 6.

Figura 6 – Exemplo da Situação 6



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

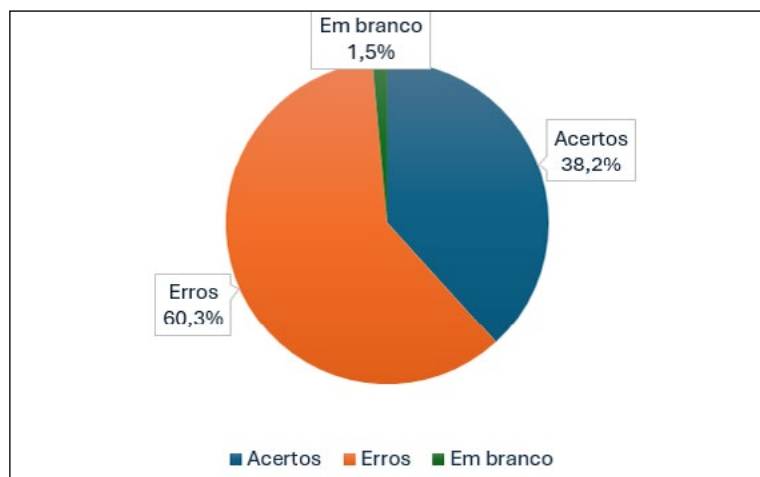
A alta taxa de acertos na identificação da quantidade de lados indica que essa característica é mais acessível visualmente, o que pode refletir uma abordagem ainda mais próxima do Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), em que a aparência é o fator principal. Por outro lado, os menores índices de acerto na identificação de vértices e, principalmente, de ângulos internos sugerem que esses elementos exigem uma compreensão estrutural melhor, típica do Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), que ainda não está totalmente consolidada entre os estudantes.

Além disso, a dificuldade em nomear os polígonos, com 82% de erros ou respostas em branco, reforça essa interpretação, pois aponta para limitações na capacidade de relacionar a quantidade de lados com a nomenclatura do polígono. Esses dados indicam que, embora parte dos estudantes esteja em transição para o Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), muitos ainda utilizam estratégias visuais características do Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021).

#### 4.8 Situação 7

A Situação 7 requer que o estudante amplie, em uma malha quadriculada, uma figura retangular. Essa situação requer que o estudante tenha domínio do nível de *Análise* (Yalley; Armah; Ansah, 2021), pois é necessário transformar características da figura, neste caso, o tamanho da base e o tamanho da altura. Os resultados desta situação ficaram abaixo da média, conforme pode ser observado no Gráfico 8.

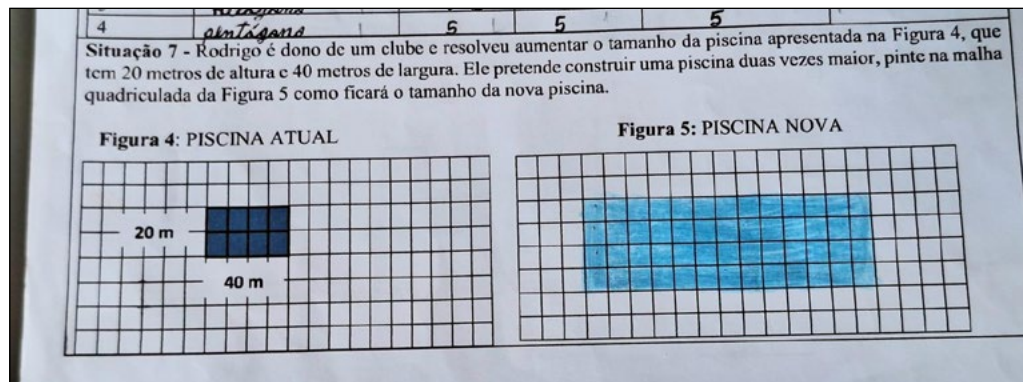
Gráfico 8 – Dados da Situação 7



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Analisando os erros cometidos pelos estudantes, percebe-se que uma grande parte acertou a “altura” da piscina, pintando quatro quadrados. No entanto, muitos erraram ao representar o comprimento da “base”, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplo da Situação 7



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Esses resultados indicam que muitos estudantes ainda enfrentam dificuldades para aplicar transformações simples em figuras geométricas, mesmo quando operam em uma malha quadriculada. Embora a tarefa exija habilidades do Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021), o desempenho abaixo da média revela que essa competência não está bem desenvolvida. O padrão de erro mais comum, em que os estudantes ampliaram corretamente a “altura”, mas não a “base”, sugere que o raciocínio geométrico está sendo aplicado parcialmente. Isso indica que, embora alguns estudantes já conseguem identificar e manipular uma das dimensões da figura, ainda não dominam plenamente a transformação geométrica em questão, reforçando que muitos ainda estão na transição do Nível 0 (Yalley; Armah; Ansah, 2021) para o Nível 1 (Yalley; Armah; Ansah, 2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho de estudantes do sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental em relação aos Níveis de Pensamento Geométrico de Van Hiele. Para isso, foram analisadas as respostas de 68 estudantes em um instrumento diagnóstico composto por sete situações, abordando conceitos de geometria, como polígonos, poliedros, coordenadas cartesianas, planificações de poliedros e ampliação de figuras geométricas.

A análise dos dados diagnósticos indicou que os estudantes apresentam dificuldades consideráveis na nomenclatura de sólidos geométricos e polígonos. Na Situação 2, aproximadamente 96,5% dos estudantes cometeram

erros ou deixaram a resposta em branco ao identificar os nomes de sólidos, e na Situação 6, 82% apresentaram a mesma dificuldade em relação à nomenclatura dos polígonos.

Observou-se também que os estudantes conseguem identificar algumas características dos polígonos, como número de lados, vértices e ângulos, mas apresentam maior facilidade em contar os lados, e maior dificuldade em contar os ângulos. Esse padrão foi constatado nas Situações 5 e 6. Além disso, na Situação 1, alguns estudantes demonstraram dificuldades em discernir as orientações vertical e horizontal. Nas Situações 3 e 4, relacionadas à planificação de sólidos geométricos, os resultados foram medianos, sendo notável que muitos estudantes apenas descreviam o que viam na planificação, sem conseguir identificar o sólido correspondente. Por fim, na Situação 7, que envolvia a ampliação de figuras em uma malha quadriculada, observou-se desempenho abaixo da média, indicando dificuldade na aplicação de transformações geométricas simples.

Ao analisar os erros à luz da Teoria de Van Hiele, percebeu-se que grande parte se deve ao fato de que os estudantes ainda não alcançaram totalmente o nível de *Análise*, necessário para resolver integralmente as situações propostas. Isso evidencia que, embora os estudantes apresentem algum nível de pensamento geométrico, ele ainda não está totalmente consolidado.

Desse modo, a pesquisa contribui para a literatura ao identificar áreas de fragilidade no desempenho de estudantes do sexto ano em conceitos geométricos. Essas áreas incluem a nomenclatura de sólidos e polígonos, a identificação de ângulos, a distinção entre as orientações vertical e horizontal e a aplicação de transformações geométricas.

Portanto, para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação da amostragem e do número de escolas, permitindo uma análise mais abrangente. Além disso, sugere-se a criação de uma sequência de ensino baseada na Teoria de Van Hiele, voltada para o estudo de sólidos geométricos. Por seguir a progressão dos níveis de pensamento geométrico, esta sequência pode favorecer a construção de um pensamento geométrico mais aprofundado e auxiliar na superação das dificuldades identificadas nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ADENIJI, Saidat Morenike; BAKER, Penelope. Comparative Effectiveness of Example-Based Instruction and Van Hiele Teaching Phases on Mathematics Learning. **Mathematics Education Research Group of Australasia**, 2022.
- AKIL, Yeşim Buyruk; ILHAN, Onur Alp; SEVGI, Sevim. Investigation of Mathematics Achievements of Eighth Grade Students on Transformation Geometry and Van Hiele Geometric Thinking Levels. **Bulletin of Education and Research**, v. 44, n. 1, p. 85–103, abr. 2022.



ALDIABAT, Nasir Ahmad Saleh; YEW, Wun Thiam. Teaching geometry using Van Hiele's phase-based instructional strategy. **International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development**, v. 13, n. 1, p. 495–508, 2024.

BOYER, Carl Benjamin; MERZBACH, Uta Clarissa. **História da Matemática**. Tradução de Helena Castro. São Paulo: Blucher, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

CORDEIRO, Ana Eliza da Silva. **Material didático e o modelo de Van Hiele para a aprendizagem significativa de semelhanças**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.

CROWLEY, Mary L. O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST, Mary Montgomery; SHULTE, Albert P. (org.). **Aprendendo e ensinando geometria**. 1. ed. São Paulo: Atual Editora, 1994, p. 1–19.

DEMIR, Eda; ILHAN, Onur Alp; SEVGI, Sevim. Investigation of Seventh Grade Students van Hiele Geometric Thinking Levels in Circle Subject. **Bulletin of Education and Research**, v. 45, n. 1, p. 95–118, abr. 2023.

DREON, Taís Cristina; BINOTTO, Rosane Rossato. Mandalas e a geometria do Ensino Fundamental anos finais. **Educação Matemática Sem Fronteiras: Pesquisas em Educação Matemática**, v. 4, n. 1, 2022.

EVES, Howard Whitley. **Introdução à história da matemática**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1997.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MACHISI, Eric; FEZA, Nosisi Nellie. Van Hiele Theory-Based Instruction and Grade 11 Students' Geometric Proof Competencies. **Contemporary Mathematics and Science Education**, v. 2, n. 1, 2021.

MENSAH, Nana Boahen; ODRÖ, Emmanuel Barton; WILLIAMS, Derek A. Examination of 9th Graders' Levels of Geometric Thinking. **International Journal of Research in Education and Science**, v. 9, n. 3, p. 688–703, 2023.

MOSIA, Moeketsi; MATABANE, Mogalatjane Edward; MOLOI, Tshele John. Errors and misconceptions in Euclidean geometry problem solving questions: The case of grade 12 learners. **Research in Social Sciences and Technology**, v. 8, n. 3, p. 89–104, 2023.

MUSDI, Edwin; PERMANA, D.; WISKA, S.; RUSYDA, N. A. Increasing Student Mathematical Critical Thinking Ability Through the Development of Geometry Instructional Device Based on Van Hiele's Theory. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1554, 2020.

NAUFAL, Muhammad Ammar; ABDULLAH, Abdul Halim; OSMAN, Sharifah; ABU, Mohd Salleh; IHSAN, Hisyam. Van Hiele Level of Geometric Thinking among Secondary School Students. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, 2020.

PIROLA, Nelson Antonio. **Solução de problemas geométricos: dificuldades e perspectivas**, 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

PUJAWAN, I Gusti Ngurah; SURYAWAN, I Putu Pasek; PRABAWATI, Dewa Ayu Ari. The Effect of Van Hiele Learning Model on Students' Spatial Abilities. **International Journal of Instruction**, v. 13, n. 3, p. 461–474, jul. 2020.

SANTOS, Márcio Eugen Klingenschmid Lopes dos; MAZZINI, Talita Freitas dos Santos. Teoria de Van Hiele: os níveis de pensamento geométricos de alunos concluintes do Ensino Fundamental. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 12, n. 1, 2021.

SENK, Sharon L. How Well Do Students Write Geometry Proofs? **The Mathematics Teacher**, v. 78, n. 6, p. 448–456, 1985.

USISKIN, Zalman. Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry. **CDASSG Project**, Chicago, n. 3, p. 1–237, 1982.

VAN HIELE, Pierre M. A Child's Thought and Geometry. In: FUYS, David; GEDDES, Dorothy; TISCHLER, Rosamond (eds.). **English Translation of Selected Writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele**, p. 247–256. Brooklyn, NY: Brooklyn College, 1984.

VAN HIELE-GELDOFF, Dina. The Didactic of Geometry in the Lowest Class of Secondary School. In: FUYS, David; GEDDES, Dorothy; TISCHLER, Rosamond (eds.). **English Translation of Selected Writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele**, p. 10–222. Brooklyn, NY: Brooklyn College, 1984.

VOJKUVKOVA, Ivana. The van Hiele Model of Geometric Thinking. In: **WDS'12 Proceedings of Contributed Papers**, Part I, p. 72–75. Prague: MATFYZPRESS, 2012.

WULANDARI, Sari; SYAHBANA, Ali; TANZIMAH; SHANG, Yilun; WEINHANDL, Robert; SHARMA, Rajinder. Analysis of students' thinking level in solving Pythagoras' theorem problems based on Van Hiele's theory. **Malikussaleh Journal of Mathematics Learning**, v. 4, n. 2, 2021.

YALLEY, Edward; ARMAH, Gloria; ANSAH, Richard Kwame. Effect of the Van Hiele Instructional Model on Students' Achievement in Geometry. **Education Research International**, 2021.

YIN, Robert Kuo-zuir. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de Daniela Bueno. Revisão técnica de Dirceu da Silva. Porto Alegre, RS: Penso, 2016.