UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

EDIMILSON FLORES DA SILVA

O USO DE DOBRADURAS, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS E GEOGEBRA: UM PROCESSO IMERSIVO COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO COM BASE NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

FORTALEZA
2025

EDIMILSON FLORES DA SILVA

O USO DE DOBRADURAS, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS E GEOGEBRA: UM PROCESSO IMERSIVO COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO COM BASE NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S579u Silva, Edimilson Flores da.
O uso de dobraduras, construções geométricas e Geogebra : um Processo imersivo com foco no desenvolvimento do pensamento geométrico com base na aprendizagem significativa / Edimilson Flores da Silva. – 2025.
114 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima.

1. Educação matemática imersiva. 2. GeoGebra e metodologias ativas. 3. Geometria - estudo e ensino. 4. Teoria da aprendizagem de Ausubel. 5. Teoria de Van Hiele. I. Título.

CDD 370.7

EDIMILSON FLORES DA SILVA

O USO DE DOBRADURAS, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS E GEOGEBRA: UM PROCESSO IMERSIVO COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO COM BASE NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 27/06/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof.ª Dr.ª Robéria Vieira Barreto Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Gladeston da Costa Leite
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pela dádiva da vida, e aos anjos de luz, por iluminarem meu caminho e me concederem forças e condições para que eu possa, sempre, lutar e conquistar meus sonhos.

À minha família que em parte mora no interior de São Paulo e aos meus filhos Miguel e Guilherme, por constituírem a força que me motiva nas minhas adversidades e que representam a esperança de futuro cada vez melhor.

À minha mãe Luzia Rosa, que sempre lutou e não dimensionou esforços para que pudesse estudar, sendo a força motriz e amorosa, que não dormia enquanto eu não voltava para casa durante os anos da minha licenciatura em outra cidade.

À Universidade Federal do Ceará e Secretaria Municipal da Educação de Fortaleza, pelo convênio firmado através da ação do Programa Observatório da Educação, a abertura do Edital Específico para o Convênio SME/UFC no 01/2022, possibilitando o ingresso da primeira turma ENCIMA/SME.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima, pela orientação, paciência, motivação e desprendimento, me possibilitando adentrar à investigação da aprendizagem que compõe meu cotidiano como professor. Gratidão, que Deus abençoe o senhor e sua família!

Ao prof. João Evangelista de Oliveira Neto, por dedicar parte do seu tempo para mostrar a forma de como realizar meus estudos e minhas investigações.

Aos meus colegas participantes dessa turma de mestrado Andréia, Carlos, Diego, Écio, Emanuele, Erandy, Fabíola, Giovanni, Gotardo, Magno, Marcília, Margarida, Mário, Rafaela, Sílvia, Sílvio, Tibério e Thiago, que sempre apoiaram, orientaram e esclareceram dúvidas durante as cadeiras do mestrado ou fora delas.

Ao grupo gestor da escola em que a pesquisa foi aplicada, em especial, à diretora Leoneide, que me ajudou desde a aquisição de materiais, nas escutas e palavras, que me direcionavam para um olhar mais amplo e resoluto. A coordenadora Leiliane e secretaria Amália, pelo suporte nos momentos que problemas extrapolavam a sala de aula.

Aos alunos participantes da pesquisa que apesar das dificuldades, estavam sempre buscando aprender e me direcionavam com seus questionamentos para modelar as etapas da pesquisa.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima, (Orientador), Profa. Dra. Robéria Vieira Barreto Gomes, Prof. Dr. Gladeston da Costa

Leite pela disposição de tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões para melhorar a pesquisa.

A todas as pessoas que de alguma forma interagiram comigo e me proporcionaram condições de realizar reflexões e avanços nos diversos momentos da pesquisa.

"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

Esta dissertação é o resultado de uma pesquisa que tem como objetivo, analisar as contribuições que o docente pode realizar no desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos do 8º ano do ensino. Esta pesquisa propõe uma exploração e intervenção pedagógica que foi planejada e aplicada em uma escola pública da rede municipal de Fortaleza - Ceará. O público participante são 15 alunos dos anos finais (8º ano), que apresentam baixo desempenho nas questões de geometria nas avaliações de larga escala e, em especial, nas ADRs (Avaliações Diagnósticas de Rede) de Fortaleza. A fundamentação teórica está amparada nas teorias de Ausubel e van Hiele, onde foram construídas situações didáticas que conectassem essas duas teorias. O formato de aplicação das situações didáticas foi desenvolvido com atividades significativas para grupos de alunos com 3 participantes. O processo de imersão consiste em realizar construções geométricas, usando para isso, elementos da cultura maker (mão na massa) com construção de poliedros de Platão com dobraduras (módulo Sonobe), kit de geometria (régua, esquadros e transferidor) nas construções de figuras planas e no uso do software de geometria dinâmica GeoGebra para representar às construções anteriores. Com metodologia de pesquisa de caráter qualitativo e de tipo exploratória, buscamos elementos que nortearam a aplicação das situações didáticas. Utilizando os trabalhos de D'Ambrosio e Lorenzato, as referências para a interlocução entre professor e alunos, com o uso da observação, do pensar e questionar, o diálogo para entender o que ocorria nos processos e etapas, e assim, fomentar momentos nas atividades que fossem mais significativas. Na análise de dados, encontramos nos estudos de Bardin (2016) os mecanismos que proporcionassem verificar as fichas de observação, de acompanhamento, na observação entre os pares e nas entrevistas realizadas em grupo (grupo focal), obter os resultados que favorecessem o processo imersivo no ensino de geometria e os resultados que ainda necessitam de mais estudo. O produto educacional gerado e testado na pesquisa, consiste em um manual com sessões didáticas, com atividades concretas e de fácil aplicabilidade, com situações didáticas para que o professor possa aplicar esse processo de imersão nos estudos de conteúdos de geometria, com o uso de dobraduras, kit de geometria e o uso do software de geometria dinâmica GeoGebra.

Palavras-chave: educação matemática imersiva; GeoGebra e metodologias ativas; geometria - estudo e ensino; teoria da aprendizagem de Ausubel; teoria de Van Hiele.

ABSTRACT

This dissertation is the result of research aimed at analyzing the contributions teachers can make to developing geometric thinking in 8th-grade students. This research proposes a pedagogical exploration and intervention that was planned and implemented in a public school in the municipal network of Fortaleza, Ceará. The participants are 15 students in their final years (8th grade) who perform poorly on geometry questions in large-scale assessments, especially in the Fortaleza Diagnostic Network Assessments (ADRs). The theoretical foundation is based on the theories of Ausubel and van Hiele, and teaching situations were constructed that connect these two theories. The teaching situation application format was developed with meaningful activities for groups of three students. The immersion process consists of creating geometric constructions using elements of maker culture (hands-on), such as constructing Platonic polyhedrons with folding (Sonobe module), using a geometry kit (ruler, set squares, and protractor) to construct plane figures, and using the dynamic geometry software GeoGebra to represent the previous constructions. Using a qualitative and exploratory research methodology, we sought elements that guided the application of teaching situations. Using the works of D'Ambrosio and Lorenzato as references for teacher-student interaction, we used observation, thinking, and questioning to foster dialogue to understand what was happening in the processes and stages, thus fostering more meaningful moments in the activities. In the data analysis, we found in Bardin's (2016) studies mechanisms that enabled verification of observation records, monitoring, peer observation, and focus group interviews, obtaining results that favored the immersive process in geometry teaching and those that still require further study. The educational product generated and tested in the research consists of a manual with teaching sessions, concrete and easy-to-apply activities, and teaching situations so that teachers can apply this immersive process to geometry content studies, using origami, a geometry kit, and the dynamic geometry software GeoGebra.

Keywords: Immersive mathematics education; GeoGebra and active methodologies; geometry - study and teaching; Ausubel's learning theory; Van Hiele's theory.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCRC	Documento Curricular Referencial do Ceará
DCRFor	Documento Curricular Referencial de Fortaleza (DCRFor
LEM	Laboratório de Ensino de Matemática
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SPAECE	Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará
SME	Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Refletindo sobre os mecanismos que acompanham os momentos pertencentes às aulas de matemática, podemos encontrar variáveis comuns e divergentes entre as escolas de todo o país. Entretanto algumas variáveis são únicas para a educação, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo ela o instrumento regulador que norteia os processos educativos em todo o Brasil, definindo os direitos e os objetivos de aprendizagem para os alunos da Educação Básica, tanto na rede pública quanto na privada. Ao estabelecer esses parâmetros, ela também indica os compromissos necessários para sua concretização — desde os entes governamentais até os próprios estudantes. Essa abordagem busca promover uma educação mais igualitária e acessível. Conforme determina a Resolução CNE/CP nº 2/2017, esses objetivos são operacionalizados por meio de competências e habilidades, reunidas em dez competências gerais que devem orientar a prática pedagógica nas diversas etapas do ensino.

O objetivo de assegurar o melhor ensino possível dentro da realidade na qual cada escola está inserida, entre outros. Porém, algumas particularidades são individuais, pois cada escola é como um ser vivo, com suas características e especificidades (BNCC, 2018).

Desde que iniciei meu trabalho docente de matemática na Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza em 2016, atuo em duas unidades escolares localizadas nos bairros Edson Queiroz e Jardim das Oliveiras, onde pude vivenciar dificuldades que antes não encontrava, uma vez que minha experiência docente até então era apenas em colégios particulares. Entre as diferenças posso citar as condições físicas e infraestrutura bem equipada dos colégios particulares, com salas climatizadas e projetores multimídia, onde era espelhado as aulas através de Ipads e outras ferramentas específicas do professor (jogo de esquadros, transferidor e régua, e outros recursos que poderiam ser solicitados à escola). Essa realidade não está presente na escola pública.

Quanto a participação da família na formação de valores e sua participação no ambiente escolar, podemos observar um distanciamento cada vez maior e o ensino da convivência básica em sociedade foi delegado a escola. Desa forma, além das dificuldades de aprendizado, passou-se a observar dificuldades no relacionamento entre os alunos e desses com o professor. Para ajudar na resolução desse problema, o Documento Curricular Referencial de Fortaleza (DCRFor, 2024), orienta que o professor precisa trabalhar aspectos que possam ajudar os alunos, a desenvolver comportamentos aceitáveis de convivência respeitosa entre os pares de seu meio, além de desenvolver a tolerância, a empatia, convivência igualitária na sociedade e atitude proativa perante seu futuro e, com isso melhorar seu desempenho nos estudos.

Desde a entrada na educação pública, sempre participei das formações oferecidas pela Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza (SME). Nesse período também participei dos eventos do Biênio da matemática no Brasil, que ocorreu no Rio de Janeiro em 2017. Vivenciei momentos fantásticos nas oficinas, palestras, minicurso e trocas de experiências com pessoas de estados do país e de fora do Brasil. A semente que foi plantada, foi a mudança da forma de olhar para as aulas que leciona e sim, procurar conectar os conteúdos com a realidade que os alunos estão inseridos e nesse processo, buscar o diálogo para ajudá-los a entender melhor como a matemática está inserida na vida e sua presença no mundo.

Esse mundo contemporâneo tem passado por mudanças em espaços de tempo cada vez mais curtos, e junto com essas mudanças novos problemas vêm surgindo, trazendo um papel desafiador para educação, fazendo com que ela se reinvente em todos os seus aspectos, desde o currículo adotado, até as práticas pedagógicas trabalhadas no âmbito escolar.

A aproximação do autor ao objeto de pesquisa se deu a partir da prática docente de matemática nas escolas da rede pública municipal, vivenciando algumas fragilidades que possam comprometer com o processo pedagógico da aprendizagem dos alunos, como a indisponibilidade de recursos audiovisuais , salas de informática e materiais de uso individual do aluno, como o kit de geometria (régua, transferidor e jogo de esquadros), que são ofertados no início do ano letivo, mas que são perdidos pelos alunos no decorrer dos meses de aula.

Discute-se insistentemente sobre o uso da tecnologia na educação, mas podemos verificar as dificuldades que permeiam a implementação, usabilidade e aplicabilidade que forneçam ao docente a segurança para reestruturar sua metodologia e consequente sua prática docente.

O contexto em questão é observado nos estudos de Moran (2013), que discorre sobre o despreparo dos professores quanto a tecnologia e sua forma de enfrentar as mudanças que precisam ocorrer, mas é necessário sair da zona de conforto para aprender a lidar com a tecnologia, mesmo sabendo que os alunos muitas vezes sabem muito mais que eles em vários pontos quanto ao manuseio de equipamentos tecnológicos.

O que se percebe é que mesmo após a pandemia de Covid-19, onde foi acentuado o uso de tecnologias na educação, as mudanças necessárias não ocorreram e, que a escola ainda não é “atrativa” e “cativante” o suficiente ao ponto de o aluno ainda sente o distanciamento entre o mundo real. Esse mundo está envolto de recursos tecnológicos e se fazem presente em diversas áreas, mas usamos sem perceber que somos simples “usuários”, sem entender como essas tecnologias podem ajudar ou prejudicar nosso cognitivo.

Em contraponto a isso, os alunos utilizam tecnologias voltadas para a diversão, socialização em redes sociais e expondo suas percepções de mundo, que muitas vezes ocupam muito da vida escolar. Como consequência, as notas muitas vezes não são boas e seu caminhar na vida escolar é sofrido e traumático.

Diante das diversas mudanças prejudiciais que o uso excessivo do celular nas escolas tem causado, várias leis foram criadas e recentemente a lei federal nº 15.100/2025, veio para assegurar o bom uso do celular e das demais tecnologias pessoais que afetam diretamente a vida escolar dos alunos. Segundo essa lei, fica proibido o uso de celulares e outros aparelhos eletrônicos nos ambientes escolares (não importa a hora), somente para fins pedagógicos.

A presença da tecnologia nos diversos espaços da sociedade é notória atualmente, assim, o espaço escolar também é permeado de instrumentos tecnológicos que auxiliam nas diversas atividades pedagógicas do cotidiano escolar, mediando o conhecimento entre os agentes da educação.

Baseado nesta realidade, a tecnologia tem sua importância na condução de atividades em diversas áreas, entre elas a matemática, fortalecendo assim tanto a transposição didática do professor, quanto a compreensão dos alunos acerca das construções geométricas, e para tal, o uso de software de geometria dinâmica entrará como um dos recursos metodológicos que possibilita facilitar as demonstrações construções geométricas realizadas, pois permite a materialização no meio virtual, facilitando as observações de tais fenômenos.

Uma das metodologias ativas que pode utilizar a tecnologia e que mais se destaca nos dias de hoje é a cultura maker, no sentido de fazer o aluno participar ativamente da construção do saber, valorizando aquilo que ele já sabe para a aquisição de novos conhecimento, nota-se aqui um ponto de confluência com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1980), que diz que o mais importante na aprendizagem de um aluno, é aquilo que ele já sabe, isto é, o seu conhecimento prévio, é o que ele chama de subsunçor em sua teoria. Este fato foi relevante para que esta pesquisa trabalhasse de forma consonante, os aspectos da teoria da aprendizagem significativa com as atividades constituídas da cultura maker.

A aplicação da "mão na massa" (prática de atividades manuais e recursos tecnológicos) de forma individual ou em grupo, proporciona ao aluno melhores condições de desenvolver competências e habilidades que são necessárias para melhor relação em sua vida cotidiana.

> [...] competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (Brasil, 2018, p. 8)

A sequência didática bem como as estratégias de trabalho aqui definidas tem sua fundamentação na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, sua intencionalidade está em consonância com Moreira (2011), sendo que cada atividade a ser desenvolvida possa ativar os conhecimentos prévios dos alunos para que haja a ancoragem de novos conhecimentos, valorizando assim o que o aluno já sabe e fortalecendo as novas aprendizagens tornando-as significativas.

A cultura maker, se refere ao movimento "faça você mesmo", que tem suas raízes no (DIY), onde ganhou força nas décadas de 1960 e 1970. Esse movimento incentivava as pessoas a criarem, consertar e modificar objetos com suas próprias mãos, promovendo a autonomia e a criatividade. Por isso, ela entra como um suporte a mais para contribuir no processo de construção do conhecimento, trabalhando de forma significativa, promovendo a aprendizagem e a autonomia do aluno. Nos estudos de Paula, Oliveira e Martins (2019), a cultura maker traz meios práticos para desenvolver habilidades nos alunos e com isso dinamizar a educação em sala de aula.

Sobre o ensino de matemática, Lorenzato (1995, p.5), descreve que os professores de matemática em sua grande maioria priorizam a aritmética e álgebra em detrimento da geometria, alegando várias razões que vão desde o seu baixo conhecimento da mesma, falta de tempo, dentre tantas outras justificativas, mas todo professor deve ser um estudante e ao ensinar geometria permitirá desenvolver no seu educando uma forma de raciocinar diferenciada, possibilitando conectar a matemática com o mundo palpável que estão no nosso campo de visão.

No que se refere ao ensino de geometria, precisamos antes de tudo, conhecer e entender o que diz a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018, p.271):

> A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. É importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da Geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias. As ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência.

Com relação aos conteúdos que envolvem a Geometria, as abordagens ocorrem de acordo com o que estabelece a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e, mesmo assim, percebe-se que algo está faltando. O que falta para que os alunos tenham resultados melhores nas avaliações de larga escala como Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) e Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)?

Os objetos presentes na natureza ou criados pelo homem, possuem em sua essência as bases formais utilizadas e explicadas através da geometria. Conhecer e saber interagir o que é formal e o que é do cotidiano são elementos fundamentais no processo de aprendizagem.

Considerando todas as variáveis e situações discutidas até aqui sobre a educação no contexto escolar — como a relação da família com a formação básica dos filhos, sua interação com a escola, as dinâmicas entre os alunos em sala de aula e o uso da tecnologia — voltaremos agora nosso olhar para o ensino da matemática, com ênfase especial na geometria.

A geometria constitui o foco central deste trabalho, cujo objetivo é promover uma imersão em diferentes formas de construções geométricas. Para isso, utilizaremos a técnica das dobraduras Sonobe na construção dos poliedros de Platão, além de realizar construções geométricas com o uso do kit tradicional de geometria (régua, transferidor e esquadros) e do software de geometria dinâmica GeoGebra. As atividades e análises serão fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e na Teoria de van Hiele sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico, que servirão de base para as discussões ao longo de todo o percurso metodológico.

Para continuarmos com a explanação do objeto de pesquisa, cabe elucidar sobre o que é a ferramenta GeoGebra. O GeoGebra possui uma grande relevância, pois proporciona dinamicidade ao integrar geometria dinâmica e álgebra, sendo também gratuito e de código aberto. Pode-se usar online ou baixar para o computador, para o celular e tablet.

Nos estudos de Dantas & Lins (2017), onde eles discorrem sobre o GeoGebra, sendo ele um software de geometria dinâmica e que reúne várias ferramentas num lugar, onde é possível trabalhar com geometria, álgebra, planilha, gráficos, estatística e até cálculo, promovendo uma aprendizagem mais rica e interativa. Sua abordagem inovadora, tem transformado a forma como professores ensinam e alunos aprendem, tornando conceitos abstratos mais acessíveis e concretos.

Em diversas fontes observamos que o GeoGebra foi criado 2001 na Universität Salzburg como parte de um projeto criado por Markus Hohenwarter (Coelho, 2018). Além de ser gratuito, ele possui grande versatilidade, pois abrange diversas áreas matemáticas, como geometria, álgebra, cálculo e estatística. Ele possui uma série de ferramentas que potencializam o ensino e a pesquisa matemática. Entre elas, destacam-se: Barra de Ferramentas**,** Campo de Entrada, Janela de Álgebra, Medições e Cálculos, Animações Dinâmicas, Integração com outras tecnologias.

A manipulação dinâmica presente possibilita construir uma figura e depois modificar um lado, mover um vértice e as propriedades dela permanecem, ou seja, as regras geométricas continuam valendo e dinamicidade é crucial para visualizar, interagir e ver o que acontece na hora. Por exemplo, o aluno começa reconhecendo a forma de um polígono, depois analisando as propriedades, as relações através da manipulação dinâmica e isso permite testar ideias, reforçando seu aprendizado sobre as propriedades presentes no polígono de uma forma mais concreto e visual.

Agora, podemos adentrar ao cerne desse estudo, onde teremos como objeto de estudo o Desenvolvimento do Pensamento Geométrico, a partir de conteúdos de geometria do 8º ano que são contemplados na BNCC (Brasil, 2018), com descritores que envolvem conhecimento sobre figuras geométricas: poliedros e polígonos, onde iremos realizar construções geométricas com dobradura, kit de geometria e uso do GeoGebra, observando os elementos presentes neles, as propriedades, como também, a proporcionalidade que existem entre figuras semelhantes, polígonos semelhantes, área, perímetro e padrões geométricos.

Assim, como aluno de mestrado, houve o questionamento de como utilizar, facilitar e consolidar o conhecimento do pensamento geométrico a partir do uso de metodologias da aprendizagem significativa. A pergunta norteadora desta pesquisa é: quais as contribuições que o docente pode realizar no desenvolvimento geométrico dos alunos do 8 º ano do ensino fundamental da rede municipal de Fortaleza?

Dessa forma, esse trabalho foi elaborado de modo a permitir ao leitor a compreensão do que se realizou no decorrer das ações, tendo com seu objetivo principal, analisar as contribuições que o docente pode realizar no desenvolvimento geométrico com alunos do 8º ano do ensino fundamental da rede municipal de educação de Fortaleza, Ceará.

Como objetivos específicos buscou-se:

a) Propor, aplicar e avaliar a construção da aprendizagem dos alunos em geometria através sequências didáticas baseadas nos níveis de van Hiele e nos pressupostos de Ausubel, utilizando construções geométricas com: dobraduras, kit de geometria e GeoGebra.
b) Apresentar um referencial teórico que fundamente o ensino de Geometria de forma interativa e manipulativa, com foco no desenvolvimento do pensamento geométrico e na formação docente, a partir da teoria de Ausubel, do modelo de van Hiele e do uso de construções geométricas com dobraduras, kit de geometria e GeoGebra.

c) Construir um material instrutivo e educacional para os professores que desejam lecionar geometria de forma interativa e dinâmica com os alunos.

Apresentamos agora, um breve resumo dos capítulos que compõem essa dissertação, sendo elas:

a) Introdução: abordamos de maneira geral a pesquisa, em que justificamos a relevância desta e destacamos a pergunta diretriz, os objetivos, geral e específicos, o percurso metodológico e o resumo dos capítulos.
b) Referencial teórico: tratamos sobre a formação inicial e continuada de professores de Matemática, em que destacamos o uso de tecnologias digitais no ensino, aprendizagem e formação de professores. Apontamos algumas considerações sobre a formação inicial de professores de Matemática nas universidades públicas, ressaltamos a importância das formações continuadas de professores de Matemática, e no que se refere ao ensino de geometria em Fortaleza destacamos o olhar que o professor deve seguir para o desenvolvimento do pensamento geométrico, tendo como base a Teoria de van Hiele. Também abordamos nesse capítulo, as contribuições da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Joseph Novak sobre mapas conceituais, que norteiam toda pesquisa, e ainda, destacamos o uso de "ferramentas pedagógicas" que foram utilizadas para aplicar nas sessões didáticas, sendo elas: Dobraduras, onde discorremos sobre sua importância e citamos algumas áreas que se destacam mediante suas contribuições em desenvolver diversas tecnologias; Kit de geometria, buscando uma abordagem histórica da geometria e suas constituições para o avanço da humanidade em diversos campos e por último, discorremos sobre o GeoGebra, onde apresentamos sua importância e vantagens na educação, permitindo o uso de janelas visuais e operacionais.
c) Percurso Metodológico: apresentamos a metodologia da pesquisa, sendo a mesma multifacetada, com abordagem qualitativa e exploratória. Compreendendo também, as etapas e técnicas: pré-teste, intervenção pedagógica, pós-teste, entrevistas em grupo e análise dos registros dos alunos (fichas de observação, de acompanhamento e caderno de bordo); lócus e sujeitos da pesquisa, sendo alunos do 8º ano do ensino fundamental II, do período da manhã de uma escola da rede pública de Fortaleza.

d) Análise de dados: discorremos sobre a Análise de Dados de Bardin, apresentamos os dados obtidos e nos debruçamos sobre as categorias dialogando sobre a aprendizagem significativa e os olhares de Sérgio Lorenzato, Ubiratan Ambrosio, David Ausubel, Joseph Novak e van Hiele.
e) Nas considerações finais: pretendeu-se apresentar os resultados obtidos diante das ações desenvolvidas e discutimos se respondemos à pergunta diretriz, norteadora das etapas executadas na pesquisa, investigando, assim, se atendemos ao objetivo geral e aos objetivos específicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da matemática como ciência

Para entendermos o contexto atual do ensino da matemática no Brasil, é importante elucidar sobre a história da matemática no Brasil, desde o início até as mudanças recentes e significativas que ocorreram, para entendermos que as mudanças são lentas e que ainda precisamos realizar muitos estudos e discussões para trazer para nossos alunos uma matemática mais condizente à dinamicidade que o mundo possui.

Permeando a construção da ciência matemática no Brasil, destacamos alguns momentos históricos relevantes para a contribuição da construção do ensino de matemática no Brasil.

a) 1549: Chegada dos jesuítas ao Brasil e início do ensino de Matemática nas escolas jesuíticas.
b) 1759: Expulsão dos jesuítas do Brasil e interrupção do ensino de Matemática nas escolas. Dando origem em grandes mudanças
c) 1808: Chegada da Família Real Portuguesa ao Brasil e em 1810 foi criada a Academia Real Militar, que sistematizou o ensino da Matemática superior no Brasil.
d) 1837: Por decreto do ministro interino do Império, Bernardo Pereira de Vasconcellos, o Seminário de São Joaquim foi transformado no Imperial Collegio de Pedro Segundo, que se tornou referência no ensino de Matemática no país.
e) 1908: Acontece o IV Congresso Internacional de Matemática em Roma", onde foi constituída a Internationele Mathematische Unterrachskommission" (IMUK), que significa Comissão Internacional de Ensino de Matemática em alemão. Essa comissão teve como objetivo discutir e promover a modernização do ensino de Matemática em nível internacional. No Brasil proporcionou uma disseminação de ideias e práticas inovadoras.
f) 1927: O matemático Euclides Roxo inicia mudanças no ensino e elabora novos programas de Matemática, que foram adotados em todo o país.

g) 1930: Deu-se início a formação de uma escola matemática brasileira, com verdadeiro espírito de pesquisa científica e olhar para a comunidade matemática internacional. (Silva, 2003, p. 133)
h) Década de 50: Foram criados o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Com isso, novos caminhos surgiram, bem mais orientados e alavancando o ensino e em especial, o ensino de matemática.
i) 1952: Criação do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), que se tornou um importante centro de pesquisa em Matemática no Brasil.
j) Década de 60: Chegada do Movimento da Matemática Moderna no Brasil, que propunha uma reformulação do ensino de Matemática com base em novos métodos e conteúdos.
k) 1961: Publicação do primeiro livro sobre Matemática Moderna no Brasil, intitulado "Matemática Dinâmica Números e Cores", de autoria do professor Waldecyr C. Araújo Pereira. (Berti, 2005, p. 11)
l) 1962: Realização do IV Congresso Nacional de Ensino da Matemática, em Belém - PA, onde o Grupo de Estudos de Educação Matemática (GEEM) apresentou uma proposta de programa para a escola secundária orientada pelas ideias modernizadoras. (Berti, 2005, p. 11)
m) Década de 70: Surgimento da Educação Matemática crítica, que questionava a Matemática Moderna e propunha uma abordagem mais contextualizada e crítica do ensino de Matemática, conhecida como “idade de ouro”, segundo Silva (Ibidem, p. 52)
n) Década de 80: Criação da SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática, que proporciona divulgação de pesquisas, simpósios, entre tantas atividades sobre o ensino de matemática
o) 2014: Arthur Avila ganha a Medalha Fields, que é considerada a mais alta honraria em matemática e é frequentemente referida como o "Prêmio Nobel da Matemática". Esta importante conquista de Arthur Ávila, demonstra o sucesso da pesquisa matemática no Brasil e como um símbolo do crescimento e da relevância da matemática brasileira no cenário internacional.

Esse breve retrospecto nos revela a trajetória de uma matemática construída para preparar pessoas para o mercado de trabalho, baseados em conceitos sólidos de uma matemática focada em aprender e utilizar fórmulas, resolver problemas e realizar diversos cálculos na área da aritmética, álgebra e geometria, dentre outras, mas precisamos também ver a matemática mais próxima da vivência dos alunos. Para isso, vamos contextualizar dois matemáticos que dedicaram seus estudos que se conectam diretamente em vários pontos da aprendizagem significativa de Ausubel e no processo de desenvolvimento do pensamento geométrico de van Hiele e foram utilizados para sustentar a aplicação, análise e validação das práticas que compõem as situações didáticas.

Um desses personagens importantes da educação matemática no Brasil nos últimos anos foi Ubiratan D'Ambrosio (1932 – 2021). Em seus estudos ele destacava que a matemática obteve grande salto de desenvolvimento com a Revolução Industrial, com a Revolução Americana e com a Revolução Francesa, sendo que momentos aconteceram no século XVIII. Defensor da ideia de que a Educação Matemática deve ser vista como uma área de pesquisa e de produção de conhecimento, e não apenas como uma área de aplicação de conhecimentos matemáticos. Suas pesquisas no campo de desenvolvimento da abordagem da Etnomatemática, que buscava valorizar os conhecimentos matemáticos presentes nas culturas populares e tradicionais, são pontos marcantes de sua trajetória.

Por ser um pesquisador fervoroso e comprometido com seus trabalhos, Ubiratan D' Ambrosio destacava que o objetivo de seu trabalho tinha sempre foco em promover uma educação matemática mais inclusiva, contextualizada e que deveria estar voltada para a formação de cidadãos críticos e participativos, capazes de utilizar a Matemática de forma consciente e responsável em suas vidas pessoais e profissionais (D'Ambrosio, 2008). Sua participação ativa em eventos e congressos nacionais e internacionais na área de Educação Matemática, contribuíram para a disseminação de ideias e práticas inovadoras no ensino de Matemática.

As abordagens utilizadas neste trabalho estão em consonância com D'Ambrosio (2002), no que se refere ao diálogo com os alunos, construindo processos de incluir a vivência do aluno, respeitando sua formação cultural. Essa abordagem também se conecta com os estudos de David Paul Ausubel, onde o aluno é protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem, como também, nos processos de conhecer o que o aluno já sabe, buscando conhecer os subsunçores favorecendo ao aluno conectá-los com novos saberes, facilitando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, que são processos essenciais na aprendizagem significativa. Porém, se faz necessário conectar esses olhares sobre como a aprendizagem acontece na matemática de forma construtiva e para isso, os estudos de Sérgio

Lorenzato se apresentam como um interlocutor importante, onde ele aborda os processos utilizados no Laboratório de Ensino de Matemática (LEM).

Segundo Lorenzato (2006, p. 6), o LEM "é uma sala-ambiente para estruturar, organizar, planejar e fazer acontecer o pensar matemático, é um espaço para facilitar, tanto ao aluno como ao professor, questionar, conjecturar, procurar, experimentar, analisar e concluir, enfim, aprender e principalmente aprender a aprender". O LEM oferece oportunidades para que os estudantes explorem conceitos matemáticos de forma concreta e visual antes de avançarem para representações mais abstratas. Os materiais didáticos manipuláveis, como geoplanos, tangrams, sólidos geométricos, jogos e softwares educativos, permitem a experimentação, a descoberta e a construção de significados matemáticos. Lorenzato (2006), defende que o ensino da matemática deve partir do concreto para o abstrato, baseando-se na ideia de Comenius de que "o conhecimento começa pelos sentidos e que só se aprende fazendo". Esta concepção está alinhada com a visão construtivista da aprendizagem, onde o aluno é protagonista na construção do seu conhecimento.

As etapas da aplicação da pesquisa no que se refere às construções geométricas com dobraduras, construções geométricas com kit de geometria e construções geométricas com software de geometria dinâmica GeoGebra, foi pensada e aplicada com processos de manipulativos de objetos, sempre buscando uma aprendizagem mais significativa e relevante a sua vivência cotidiana, utilizando fundamentos basilares dos trabalhos de D’Ambrosio e Lorenzato.

2.2 Formação dos professores de matemática

A Resolução CNE/CES nº 3/2003 reafirma o papel social da escola e da docência, estabelecendo parâmetros fundamentais para a formação de professores comprometidos com a qualidade e a equidade no ensino. No caso da Licenciatura em Matemática, essa resolução orienta a constituição de um currículo que contemple o aprofundamento dos saberes matemáticos articulados às metodologias específicas de ensino, às práticas de estágio supervisionado e à reflexão sobre os contextos escolares reais. Além disso, destaca a importância da formação continuada, da pesquisa em sala de aula e da integração entre universidade e escola básica, contribuindo para a construção de uma prática docente crítica, inovadora e transformadora.

A formação dos professores no Brasil segue diretrizes definidas pela Resolução CNE/CP nº 2/2019, que estabelece a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de

Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Essa norma determina que o futuro professor precisa ter conhecimento, saber ensinar e entender seus alunos e os ambientes escolares. A formação deve unir teoria e prática desde o começo do curso, valorizando a vivência escolar e o contato com a realidade da sala de aula.
A carga horária mínima é de **3.200 horas**, distribuídas em três grandes blocos:

Tabela 1 – Distribuição grupos, carga horária e conteúdo

Grupo	Carga Horária	Conteúdo Principal
I	800h	Fundamentos pedagógicos e educacionais
II	1600h	Conteúdos específicos e pedagógicos das áreas da BNCC
III	800h	Prática pedagógica e estágio supervisionado

Fonte: Resolução CNE/CP nº 2/2019 (Adaptada, 2025).

Essas horas devem estar distribuídas de maneira progressiva e articulada para garantir que o licenciando vivencie a prática e os fundamentos desde o início da formação. Para isso, ela aponta três áreas principais de competência que o professor precisa desenvolver: conhecimento profissional (grupo I), prática profissional (grupo II) e engajamento profissional (grupo III).

O engajamento profissional, por sua vez, está ligado ao compromisso ético do professor com os alunos, com a escola e com a comunidade. De acordo com a Resolução, o docente precisa participar do projeto pedagógico da escola, dialogar com as famílias e buscar sempre melhorar sua prática. O professor deve acreditar que todos os alunos são capazes de aprender e criar estratégias que promovam uma educação justa, inclusiva e respeitosa.

O conhecimento profissional envolve dominar os conteúdos que vai ensinar, conhecer como os alunos aprendem e entender o sistema educacional. Já a prática profissional significa saber planejar boas aulas, criar ambientes de aprendizagem e avaliar o progresso dos alunos de forma justa.

O estágio supervisionado e as atividades práticas são fundamentais nesse processo. A formação prática deve começar logo no primeiro ano e envolver o planejamento, a regência e a avaliação de aulas. Isso permite que o professor em formação compreenda melhor a dinâmica da escola e aprenda a enfrentar os desafios do dia a dia de forma criativa e eficaz, com base em metodologias inovadoras e recursos tecnológicos.

Para que o docente possa exercer plenamente suas atribuições, a resolução CNE/CP nº 2/2019 reforça que ser professor vai muito além de ensinar conteúdo.

Segundo Tardif (2014), os saberes docentes são construídos pela articulação entre a formação, a prática e a experiência, envolvendo aspectos que vão além das competências técnicas. O que leva à reflexão crítica sobre diretrizes como a Resolução CNE/CP nº 2/2019 (BRASIL, 2019), que enfatiza competências e habilidades técnicas.

A formação precisa ser completa, valorizando o saber acadêmico, a prática na escola e o envolvimento com a comunidade. O docente deve estar sempre aprendendo e se atualizando, pois, sua atuação tem impacto direto na aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes.

A formação docente, tanto inicial quanto continuada, é vista como essencial para preparar professores capazes de atuar como mediadores e designers de experiências de aprendizagem significativas, conforme aponta Santos (2022). A prática pedagógica, nesse sentido, é entendida não como mera aplicação de teorias, mas como um ciclo contínuo de ação reflexão-ação, onde o 'fazer' em sala de aula informa a teoria, e a teoria reorienta o 'fazer', num processo indissociável que busca a inovação diante dos desafios contemporâneos (Santos, 2022). Políticas públicas de apoio à formação e currículos alinhados às necessidades dos alunos são fundamentais para sustentar essa práxis inovadora.

O professor de matemática necessita procurar meios factíveis na tradução do abstrato para meio tangível para os alunos do ensino fundamental. Uma forma de proporcionar momentos de interação com o que é visível, partindo-se da geometria ao nosso redor e os elementos presentes ao realizar as construções geométricas para transpor através do manuseio, da observação e da ação de construir no papel ou no digital, podemos proporcionar meios mais eficazes nas construções de conhecimento proporcionadas pelos constituintes presentes na forma como o cérebro interpreta, reage e ressignifica aprendizagens já adquiridas e isso está presentes nos estudos de neuroeducação e os subsunçores (Ausubel, 2003).

Sendo assim, o ensino de matemática, por meio de sua atuação, deve contribuir para solucionar as adversidades educacionais, sociais e ambientais oriundas desse novo tempo. A busca por uma educação matemática mais consonante com uma sociedade em constante transformações tecnológicas, e, com paradigmas complexos inerentes envoltos numa busca de atender todos os tipos de demandas, que procuram desde a integração, inclusão e manutenção de todos os seres humanos para uma vida envolta no seu desenvolvimento em todos os sentidos. Necessita por parte do professor, buscar constantemente sua própria capacitação no que tange os anseios que sua profissão necessita, mas também, como ser participante de um mundo que se transforma muito rápido e às vezes esse professor ainda está excluído de certos aparatos tecnológicos.

A BNCC (2018), desempenha um papel central na formação do professor ao propor competências e habilidades essenciais para a prática pedagógica. Com isso, ela reforça que o currículo atua como elemento estruturador na formação docente, garantindo que os futuros professores sejam capacitados para enfrentar os desafios do ensino de matemática. Ela estabelece diretrizes normativas que promovem a integração entre teoria e prática pedagógica, além de alinhar competências e objetivos de aprendizagem em todas as etapas da Educação Básica. Sua implementação influencia diretamente na formação inicial e continuada dos professores ao fornecer orientações claras sobre as aprendizagens essenciais que os educadores devem dominar e ensinar.

A BNCC orienta que o ensino de matemática deve ser centrado no desenvolvimento do raciocínio lógico, na resolução de problemas e na aplicação prática dos conceitos em situações do cotidiano. Nesse contexto, a formação inicial e continuada dos professores deve capacitá-los a utilizar metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos e o ensino por investigação, que estimulam a autonomia e o pensamento crítico dos alunos.

Sobre a formação do professor e os documentos que as norteiam e se conecta com a teoria de van Hiele, observamos:

Professor de Matemática como Pesquisador

A formação de professores para o ensino de matemática tem sido um tema recorrente nas discussões acadêmicas, especialmente em relação à integração entre teoria e prática pedagógica. De acordo com Santos (2022), o ensino de matemática demanda mais do que apenas a transmissão de conteúdos; exige, também, que o professor adote uma postura investigativa e inovadora, capaz de engajar os alunos em processos significativos de aprendizagem.

O professor de matemática deve ser antes de tudo um pesquisador, que observa e interage continuamente com os alunos, a escola e a comunidade onde está inserida. Seu olhar ao abordar os conteúdos deve ter como vertente as características e especificidades que suas turmas possuem, estabelecendo junto aos alunos um diálogo entre os conteúdos, os alunos e ele. Tendo como objetivo ser o interlocutor que realiza perguntas ao invés de simplesmente respondê-las e assim deixar o aluno exercer o papel de protagonista.

Ao planejar suas aulas, o professor constrói novas aprendizagens, tendo em vista que ao criar os objetivos para o conteúdo que será ministrado e os meios pelos quais irá alcançá-los, ele assume papel de pesquisador, de observador e coletor de dados pertinentes aos alunos. Toda essa informação é processada e sintetizada, para que ao colocar os alunos em contato com o conteúdo, isso seja o mais amigável possível.

Documentos Curriculares e a Formação do Professor de Matemática

Documentos normativos como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), o Documento Curricular Referencial do Ceará (DCRC, 2019) e o Documento Curricular Referencial de Fortaleza (DCRFor, 2024), fornecem diretrizes importantes para a formação de professores de matemática. A BNCC (2018) estrutura as competências e habilidades esperadas, enfatizando a necessidade de alinhar a formação docente aos objetivos de aprendizagem da Educação Básica. De forma complementar, o DCRC (2019) e o DCRFor (2024), reforçam a importância de uma formação pautada em princípios éticos e que capacite o professor a desenvolver competências pedagógicas para uma aprendizagem significativa e crítica, articulando a formação com as diretrizes nacionais e promovendo o uso de tecnologias e abordagens interdisciplinares.

A teoria de Van Hiele

A teoria de van Hiele propõe uma progressão no entendimento geométrico através de níveis sequenciais. Conforme descrito por autores como Kaleff *et al***.** (1994) e Marques e Santos (2016), o ponto de partida **Nível 0 – (Visualização**) caracteriza-se por uma percepção holística das formas geométricas. Nesta fase, os estudantes identificam figuras como quadrados ou círculos baseando-se unicamente em sua aparência geral, sem conseguir ainda decompor a figura em suas propriedades constituintes, como lados ou ângulos específicos. O vocabulário geométrico pode começar a ser adquirido, mas a identificação se restringe ao reconhecimento visual global.

No Nível 1 (Análise), o foco muda da aparência geral para as características das figuras. Os estudantes passam a identificar e nomear propriedades como o número de lados, a presença de ângulos retos, ou o paralelismo entre lados. Contudo, neste estágio, essas propriedades são vistas de forma isolada, sem que se estabeleçam conexões lógicas entre elas ou se compreendam as relações hierárquicas entre diferentes classes de figuras (por exemplo, entender que um quadrado possui todas as propriedades de um retângulo)

A transição para o **Nível 2 (Dedução Informal ou Ordenação)** marca o início do raciocínio relacional. Os estudantes começam a conectar logicamente as propriedades de uma figura e a entender as relações entre diferentes figuras, como a inclusão de classes (um quadrado é um tipo especial de retângulo). Conseguem seguir e formular argumentos dedutivos simples e informais, mas ainda não operam dentro de um sistema axiomático formal, desconhecendo o papel rigoroso de definições, postulados e teoremas.

O Nível 3 (Dedução Formal) representa a capacidade de operar dentro de um sistema axiomático. Neste estágio, os estudantes compreendem a estrutura lógica da geometria, conseguem construir demonstrações formais, entendem a interdependência entre axiomas, definições e teoremas, e reconhecem que um mesmo resultado pode ser demonstrado de diferentes maneiras. Este nível é geralmente o objetivo do ensino de geometria no final do ensino fundamental e no ensino médio.

Finalmente, o **Nível 4 (Rigor)** representa o mais alto grau de abstração geométrica. Aqui, os estudantes compreendem a natureza formal e abstrata dos sistemas matemáticos, sendo capazes de trabalhar com diferentes geometrias (incluindo as não euclidianas), comparar sistemas axiomáticos distintos e apreciar a necessidade de rigor absoluto nas demonstrações. Este nível é tipicamente alcançado em estudos matemáticos avançados, em nível universitário.

É imperativo destacar a centralidade da Teoria de van Hiele na estruturação das diretrizes e práticas pedagógicas para o ensino de geometria na rede pública de Fortaleza. O Documento Curricular Referencial de Fortaleza (DCRFor) não apenas endossa, mas normatiza a aplicação da teoria, reconhecendo-a como um pilar fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes.

A progressão pelos níveis de van Hiele (2009) – visualização, análise, ordenação, dedução formal e rigor – oferece um arcabouço conceitual robusto que orienta a sequência didática e a complexidade dos conteúdos geométricos abordados em sala de aula. Além disso, a influência da teoria estende-se crucialmente à formação continuada dos professores. Ao alinhar as capacitações com os princípios de van Hiele, busca-se instrumentalizar os educadores com estratégias pedagógicas que promovam uma transição eficaz entre os níveis de compreensão geométrica dos alunos. Este enfoque no desenvolvimento progressivo do pensamento geométrico, conforme preconizado por van Hiele, é um mecanismo essencial para aprimorar a qualidade do ensino de geometria, conforme explicitado nas páginas 17 e 19 do Volume 4 (Matemática, 2024) do DCRFor.

> A unidade temática Geometria implica o desenvolvimento do pensamento geométrico, ou seja, o processo no qual os estudantes exploram o espaço (figuras, formas e relações espaciais) e os modos fundamentais para solucionar problemas do mundo físico e nas diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, estudar a localização e a movimentação no espaço, associações entre elementos de figuras geométricas planas e espaciais, congruência e semelhança de figuras, as transformações geométricas (simetria - translação, rotação e reflexão), entre outros, pode aprimorar o pensamento geométrico dos estudantes. Importante ressaltar que, para o desenvolvimento do pensamento geométrico, cinco níveis devem ser atingidos: (1) visualização ou reconhecimento, (2) análise, (3) dedução informal, (4) dedução formal e (5) rigor

Ao direcionar os processos de ensino de geometria utilizando o modelo de van Hiele, se faz necessário identificar os cinco níveis sequenciais de compreensão geométrica, sendo que cada um é caracterizado por uma forma específica de pensar e raciocinar sobre conceitos geométricos. Esses níveis são frequentemente numerados de 0 a 4, embora algumas fontes utilizem a numeração de 1 a 5.

Um aspecto central do modelo de van Hiele, conforme apontado nos trabalhos originais (van Hiele, 1957, citado por Kaleff *et al.*, 1994) e em estudos subsequentes (Marques; Santos, 2016), é a natureza estritamente sequencial desses níveis. A progressão ocorre em uma ordem fixa, sendo impossível atingir um nível superior sem ter consolidado a compreensão do nível anterior. Cada estágio possui uma linguagem, simbologia e rede de relações conceituais próprias, e o que era compreendido implicitamente em um nível torna-se objeto de análise explícita no nível seguinte.

Outro ponto fundamental destacado por van Hiele é que o avanço entre os níveis não é primariamente uma questão de maturação biológica ou idade, mas sim um resultado direto da qualidade e do tipo de instrução geométrica recebida. Isso confere ao processo de ensino e às experiências proporcionadas pelo professor um papel determinante na promoção do desenvolvimento do pensamento geométrico (Marques; Santos, 2016).

Para guiar a instrução e facilitar a transição entre os níveis de pensamento, van Hiele também delineou cinco fases de aprendizagem que devem ser trabalhadas sequencialmente dentro de cada nível. Conforme detalhado por Kaleff *et al.* (1994), a **primeira fase (Questionamento ou Informação)** envolve o diálogo inicial entre professor e alunos para sondar conhecimentos prévios e introduzir o contexto e o vocabulário do novo tópico. Segue-se a fase de **Orientação Direta**, na qual os estudantes exploram o material através de atividades estruturadas e direcionadas pelo professor, que visam revelar as características essenciais do nível em questão. Na **terceira fase, a Explicitação**, os alunos são incentivados a articular e discutir suas observações e compreensões emergentes, com mínima intervenção do professor, focando no desenvolvimento da linguagem apropriada para descrever as relações percebidas. A fase de **Orientação Livre** propõe tarefas mais abertas e complexas, que exigem dos estudantes a aplicação autônoma dos conhecimentos adquiridos para encontrar soluções, navegando pela rede de conceitos do nível. Por fim, a fase de **Integração** busca consolidar o aprendizado, onde os alunos revisam, resumem e sintetizam os conceitos e relações explorados, formando uma visão geral e integrada do conhecimento adquirido naquele nível, preparando-os para avançar ao próximo.

Costa, 2022; Marques e Santos (2016), descreve em seus trabalhos que o modelo de van Hiele tem sido amplamente utilizado e validado em pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de geometria em diversos países. No Brasil, estudos têm mostrado que a maioria dos estudantes do ensino fundamental, mesmo nos anos finais, encontram-se nos níveis mais básicos de pensamento geométrico, principalmente nos níveis 0 (visualização) e 1 (análise). Como já destacado por Lorenzato (2006), a realidade idealizada para o ensino de Geometria ainda não se reflete nas salas de aula. Consideramos que essa situação precisa ser transformada, e é nesse sentido que este trabalho pretende oferecer uma contribuição significativa.

O modelo de van Hiele também salienta a crucial importância da linguagem no desenvolvimento geométrico. Cada nível de pensamento opera com um vocabulário e uma estrutura de relações semânticas distintas. Para que a comunicação em sala de aula seja eficaz, é essencial que professor e alunos compartilhem o mesmo nível de linguagem. Como alertado pelo próprio van Hiele, se um professor utiliza termos e raciocínios próprios de um nível superior (como a dedução formal do Nível 3) ao interagir com alunos que ainda operam em um nível inferior (como a análise de propriedades do Nível 1), a compreensão mútua fica comprometida, podendo gerar frustração e obstáculos à aprendizagem.

Outro aspecto relevante é o conceito de "insight" em geometria, proposto por van Hiele. O insight é definido como a capacidade de desempenhar-se adequadamente em uma situação nova, compreendendo a estrutura da situação e agindo intencionalmente de acordo com essa estrutura. Para Kaleff *et al.* (1994), o desenvolvimento do insight geométrico é um dos objetivos centrais do ensino de geometria, e o modelo de van Hiele oferece um caminho para alcançar esse objetivo.

O modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico de van Hiele representa uma contribuição fundamental para a compreensão de como os estudantes aprendem geometria e para o planejamento de atividades que promovam o desenvolvimento do pensamento geométrico. Marques e Santos (2016), descreve que ao considerar os níveis de pensamento dos estudantes e as fases de ensino que podem promover o avanço entre esses níveis, o professor de matemática pode criar um ambiente de aprendizagem que favoreça a compreensão significativa da geometria e o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes.

2.3 Aprendizagem significativa com uso de mapas conceituais sob diversas áreas da educação

A Aprendizagem Significativa, conforme a teoria de David Ausubel e amplamente difundida aqui no Brasil por Marco Antônio Moreira, é um processo educacional que transcende a mera memorização. Ela se caracteriza pela interação não-arbitrária e substantiva de novos conhecimentos com a estrutura cognitiva preexistente do aprendiz, ou seja, com seus "subsunçores". Esse processo dinâmico não apenas atribui significado ao novo conteúdo, mas também enriquece e modifica o conhecimento já estabelecido, resultando em uma compreensão mais profunda e duradoura.

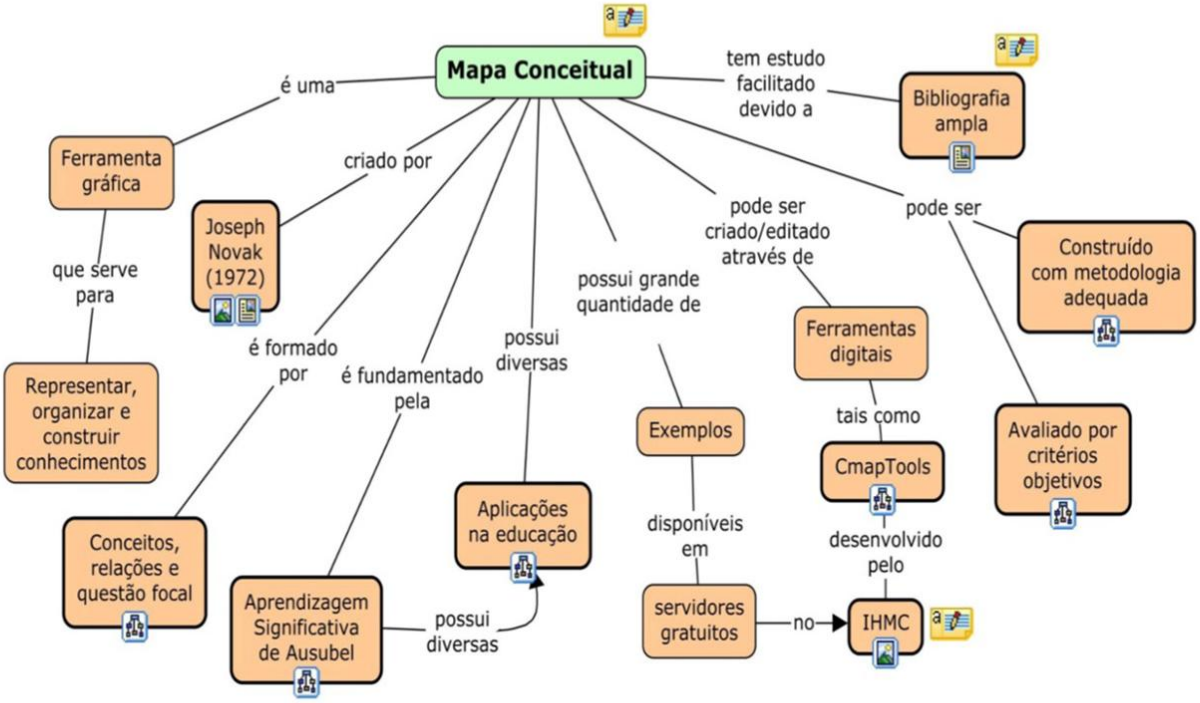
O funcionamento dessa aprendizagem reside na capacidade do indivíduo de ancorar informações inéditas em conceitos relevantes que já possui. Moreira (2010) destaca que essa ancoragem é um processo ativo e lógico, que leva à diferenciação progressiva dos subsunçores e à reconciliação integradora das novas informações com as antigas. A estabilidade e a clareza desses conhecimentos prévios são fundamentais para que a nova aprendizagem seja efetivamente significativa, construindo uma rede de saberes interconectados e coerentes.

No contexto do ensino de matemática, a Aprendizagem Significativa é crucial para superar a abordagem meramente algorítmica. Ao conectar os conceitos matemáticos a experiências e conhecimentos prévios dos alunos, o aprendizado se torna mais relevante e contextualizado (Santarosa, 2016). Isso fomenta o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de resolver problemas de forma flexível e criativa, capacitando os estudantes a aplicarem o conhecimento em diversas situações e promovendo uma formação mais crítica e autônoma, em contraste com a simples reprodução de conteúdo.

No que se refere aos mapas conceituais, os estudos tiveram início em 1972, onde Joseph Novak precisava coletar dados de aprendizado de seus alunos. Como ele necessitava transcrever as entrevistas individuais que havia feito aos seus alunos, então necessitou representar os conceitos que ele estava ensinando por meio de diagramas. Esses diagramas continham elementos chave que representavam o que foi ensinado em suas aulas. Essa ideia ocorreu devido ao que Novak já tinha tido contato, nos estudos sobre a aprendizagem significativa de Ausubel na década de 60.

Na figura 1, podemos verificar o exemplo de como usar mapa conceitual. Esse exemplo fundamenta seu uso como ferramenta didática, e, também de como possibilidade favorável de aprendizagem significativa.

Figura 1 - Mapa conceitual como ferramenta didática



Fonte: Silva e Lorenzetti (2020).

Podemos verificar de forma sintetizada nos conceitos colocados no mapa conceitual: sua criação, elementos-chave, ferramentas para criação, formas de criação etc. Também podemos acompanhar que o mapa conceitual necessita da explicação por parte do seu criador ou estudos aprofundados de quem está somente tendo contato com ele.

No que se refere a aprendizagem de forma geral e ao adentrar os estudos sobre ela, verificamos que atualmente entende-se por três tipos de aprendizagem:

a) Aprendizagem Cognitiva: Existe uma estrutura cognitiva onde a informação é armazenada de forma organizada;
b) Aprendizagem Afetiva: Apresenta sinais internos do indivíduo, onde ela acontece juntamente com a cognitiva. Onde o emocional se relaciona com os processos de aprendizagem cognitiva;
c) Aprendizagem Psicomotora: Apresenta respostas musculares que são geradas através de treino e prática. Podemos colocar como exemplo, o aprendizado ao

tocar um instrumento, sendo que a pessoa precisa praticar para melhorar seu desempenho. Nesse processo, também está presente a aprendizagem cognitiva, como também a aprendizagem afetiva.

Podemos observar então que o processo de aprendizagem não é único, mas que acontecem em conjunto, ou seja, a junção do fator emocional, fator psicomotor e fator cognitivo, se interagem formando assim a aprendizagem.

> [...] processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação. É uma teoria particular, cuja asserção central é a de que ver, ouvir, cheirar etc., assim como lembrar, são atos de construção que podem fazer maior ou menor uso dos estímulos externos, dependendo da circunstância, isto é, das condições pessoais de quem realiza o processo. (Moreira; Masini, 2001, p. 13)

Partindo dessa perspectiva e ao adentrarmos no que se refere aprendizagem significativa, podemos destacar segundo MOREIRA e MASINI (2001) algumas características:

a) A aprendizagem significativa envolve uma relação entre o novo material e o conhecimento prévio;
b) É um processo ativo, onde o aprendiz busca relacionar as informações de forma significativa;
c) A aprendizagem significativa é duradoura e permite a transferência de conhecimento para novas situações;
d) Ela envolve a construção de conceitos e ideias, não apenas a memorização de informações;
e) A aprendizagem significativa é facilitada quando o material é relevante e tem sentido para o aprendiz;
f) Identifica o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
g) Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
h) Prover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

Para que essas características possam ser colocadas, precisamos voltar os olhares para os componentes presentes na aprendizagem significativa. Esses componentes influenciam direta ou indiretamente o indivíduo em seu processo de aprendizagem. Dependendo do nível em que esses componentes se fazem presentes e inseridos no cognitivo, emocional e psicomotor, que o indivíduo já possui. Podemos colocar os seguintes componentes:

a) Subsunçores: ideias que o aluno já possui na sua estrutura cognitiva e se caracteriza como elemento que possa conectar com novas informações e com isso gerar uma aprendizagem significativa.
b) Ideias novas: informações que são apresentadas ao aluno e que possam ser conectadas e integradas aos subsunçores que o aluno já possui.
c) Relações de ancoragem: conexões estabelecidas entre as informações novas e os subsunçores existentes, possibilitando a construção de significado.
d) Aprendizagem por descoberta: processo em que o aprendiz é incentivado a explorar e encontrar significado nas informações, desenvolvendo um papel ativo na construção do conhecimento.

O indivíduo é o maior responsável pelo seu aprendizado, pois é ele que detém o desejo em aprender, mas compete ao professor buscar formas de proporcionar o encontro entre esses componentes citados e o conteúdo que irá ser trabalhado. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) ressaltam que o aspecto mais determinante no processo de aprendizagem é o conhecimento prévio que o aluno já possui, sendo imprescindível ao professor identificar esse saber pré-existente para direcionar de forma eficiente o ensino.

Dentre algumas estratégias que o professor pode utilizar para gerar uma aprendizagem significativa, podemos colocar as seguintes:

a) Organizadores prévios: proporcionam uma visão geral do conteúdo a ser aprendido e ativam os subsunçores para facilitar a assimilação das informações novas;
b) Mapas conceituais: ferramentas visuais que permitem ao aprendiz organizar e relacionar conceitos, facilitando a construção de significados;
c) Diálogo interativo que promove a troca de ideias entre os aprendizes, facilitando a construção conjunta de significados;

d) Problemas complexos: desafios que exigem a aplicação de conhecimentos prévios para solução, estimulando a busca de significado na aprendizagem.

> [...] uma ciência aplicada que tem um valor social, interessada não em leis gerais da aprendizagem em si mesmas, mas em propriedades de aprendizagem, que possam ser relacionadas a meios eficazes de deliberadamente levar a mudanças na estrutura cognitiva. (Ausubel, 1968, p. 8)

Realizando uma revisão bibliográfica para explanar esse assunto, foram pesquisados junto a plataforma de dados Scientific Eletronic Library Online (Scielo). Utilizando como palavras-chave: Aprendizagem Significativa no primeiro momento e Mapa Conceitual no segundo momento. Sendo essas palavras como fatores inerentes aos respectivos títulos ou que estavam presentes ao observarmos os resumos desses artigos, gerando assim, os artigos que serão observados.

A busca foi realizada em junho de 2023 e o período compreendido para realizar essa busca foi de 2018 até 2023. Ao digitar as palavras "Aprendizagem Significativa", foram localizados 108 artigos e, em seguida, outra busca com o tema: "Mapa Conceitual", gerando 22 resultados. Após essa busca, foi necessário verificar nos resumos, aqueles que contemplavam a aprendizagem significativa e, ou o uso de mapas conceituais, como uma das estratégias para o desenvolvimento da aprendizagem. Depois de uma outra filtragem, verificou-se que somente 20 artigos apresentavam mapas conceituais ou falavam sobre eles.

Farias (2022), enfatiza a relação entre aplicação dos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel e programas de desenvolvimento de habilidades informacionais ao utilizar mapas conceituais para garantir que o aprendizado seja efetivo, relevante e duradouro.

Nos estudos de Filho & Ferreira (2022), apresenta uma metodologia para formalizar o levantamento avançado de subsunçores utilizando a técnica de inferências fuzzy, proporcionando uma personalização no ensino através de uma implementação computacional.

Correia & Nardi (2019), demonstra um processo de avaliação utilizando mapas conceituais e questionários sobre a temática, buscando identificar padrões de similaridade que caracterizem os diferentes níveis de conhecimento dos alunos, fornecendo informações valiosas para adaptação e melhoria das atividades de ensino.

Pantoja & Moreira (2020), apresentam o resultado de um estudo com alunos de duas universidades utilizando princípios filosóficos e aspectos sequenciais das "Unidade de Ensino Potencialmente Significativa" (UEPS), análise de dados baseada na teoria dos campos conceituais e métodos de análise de conteúdo para identificar formas de conceitualização dos estudantes. Os resultados mostram que as UEPS podem proporcionar condições favoráveis para o processo de Aprendizagem Significativa, evidenciado pelo avanço dos estudantes em direção a modos de conceitualização mais próximos dos científicos.

Cunha & Silva (2021), utilizaram conceitos da aprendizagem significativa e uma abordagem histórica da matemática para desenvolver um material pedagógico para o ensino da raiz quadrada nos primeiros anos do ensino fundamental.

No que se refere aos jogos coletivos, a aprendizagem significativa compõe princípios que incluem a facilitação da construção ativa do conhecimento e da participação social, segundo os estudos de Backes, *et al.* (2023).

Com base nos estudos de Puerta, *et al*. (2022), o uso de mapas conceituais promove a aprendizagem significativa, pois são ferramentas poderosas no campo da neurodidática, onde eles não só e ajudam a identificar erros conceituais, mas também demonstram eficácia comprovada por estudos neurocientíficos, mostrando que otimizam a atividade cerebral e reduzem o esforço neurocognitivo.

Sobre metacognição, os estudos de Peixoto, *et al*. (2021), propõe que a integração da metacognição em metodologias de simulação pode contribuir para uma aprendizagem significativa e para a formação de profissionais mais competentes.

Matos, *et al*. (2021), descreve a aplicação de uma prática educativa baseada nas Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) e no uso de mapas conceituais, proporcionam uma aprendizagem significativa despertando o protagonismo dos alunos.

Outro estudo sobre Unidade de Ensino Potencialmente Significativa" (UEPS), Ferreira, *et al.* (2020), propõe que o uso de tecnologias digitais, como vídeos, jogos e aplicativos para smartphones, utilizando metodologias ativas e estratégias inovadoras promove o engajamento dos alunos e supera a memorização mecânica.

Damásio e Peluzzi (2018), postula uma proposta que envolve a integração da filosofia de Paul Feyerabend, do ensino subversivo e da aprendizagem significativa crítica, destacando a importância da história e da filosofia da ciência para contextualizar e humanizar o ensino científico.

Nos estudos de Foureaux, *et al.* (2018), mostrou que o uso de Mapas Conceituais (MC) são uma ferramenta eficaz para organizar e associar conceitos complexos, promovendo um aprendizado mais profundo e estruturado, especialmente quando associados ao suporte de monitorias, facilitando a aprendizagem significativa.

Pereira, *et al*. (2021), demonstram em seus estudos como uso de mapas conceituais podem ser usados para compreender e representar a dinâmica histórica da ciência, destacando sua importância no ensino e na formação de professores, gerando uma aprendizagem mais significativa.

Com base nos trabalhos de Fernandes e Spagnuolo (2019), fica destacado como práticas educativas, como oficinas e mapas conceituais, podem fortalecer a participação comunitária no âmbito dos conselhos municipais de saúde. O estudo mostra que essas práticas promovem a aprendizagem significativa, a troca de experiências e o empoderamento dos conselheiros, capacitando-os a desempenhar suas funções de maneira mais eficaz e a contribuir para o controle social no Sistema Único de Saúde (SUS).

Silva e Lorenzetti (2020), demonstra que utilizar métodos como uma sequência didática e ferramentas como mapas conceituais, promovem a compreensão de conceitos científicos, o raciocínio lógico e a aplicação prática desse conhecimento no cotidiano, conectando ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente a alfabetização científica. Isso é essencial para formar cidadãos críticos, conscientes e participativos, contribuindo para o desenvolvimento de uma educação significativa e transformadora.

Cicuto, *et al.* (2019), destacam que uma abordagem centrada no aluno pode promover a participação ativa e autônoma dos estudantes no processo de aprendizado por meio de estratégias como períodos de estudo (PE), grupos de discussão (GD), mapas conceituais e histórias em quadrinhos (HQs), tendo como consequência, uma aprendizagem significativa que incentiva o pensamento crítico, a criatividade e o engajamento dos estudantes.

Nos estudos de Aguiar & Correia (2019), é apresentado um modelo de fragilidade pedagógica (MFP), onde os mapas conceituais são ferramentas centrais, não apenas para representar as concepções dos docentes, mas também para promover uma aprendizagem significativa. Eles funcionam como organizadores gráficos que ilustram as conexões entre os conceitos e dimensões do modelo, tornando explícitas as estruturas de conhecimento muitas vezes implícitas nos docentes.

Santos e Aquino (2018), destaca o aprendizado significativo e colaborativo ao apresentar a estrutura, funcionalidades e potencialidades de uso do jogo educacional multiplataforma *"Em busca do Prêmio Nobel"* em sua versão beta. O jogo foi concebido para proporcionar aprendizado gamificado, combinando conteúdo didático em HTML, mapas conceituais e desafios interativos em um ambiente modular e aberto que pode ser adaptado a diversas áreas do conhecimento e abordagens pedagógicas

Diniz e Santos (2019), apresentam em seus estudos um jogo digital "Em Busca do Prêmio Nobel" como uma ferramenta educativa, utilizando mapas conceituais para organizar os conteúdos de maneira visual, ajudando os alunos a estabelecerem conexões entre diferentes conceitos. Através do jogo, os estudantes constroem e reforçam os conteúdos unindo teoria e prática de maneira interativa e engajante, promovendo uma aprendizagem significativa.

Cristóvão e Fernandes (2019), divulgam em seu trabalho uma proposta de um modelo para a recuperação de informação em dados abertos ligados, utilizando técnicas de análise de redes complexas e mapas conceituais para um modelo de otimizar a seleção e classificação de informações, além de apresentar os resultados de forma mais acessível e compreensível ao usuário.

A seguir encontraremos uma tabela com os artigos que referenciam a importância e o uso da aprendizagem significativa em vários campos do ensino, com estudos relacionados ao ensino básico e superior. Nela, é possível encontrar os artigos utilizados e onde podem ser encontrados.

Tabela 2 – Artigos sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais (Continua)

Autor(a) ano	Título	Link para baixar
Farias (2022)	Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da competência em Informação	https://doi.org/10.1590/1981-5344/39999
Filho & Ferreira (2022)	Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339
Correia & Nardi (2019)	O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo	https://doi.org/10.1590/1516-731320190030008
Pantoja & Moreira (2020)	Conceitualização do conceito de campo elétrico de estudantes de Ensino Superior em Unidades de Ensino estudantes de Ensino Superior em Unidades de Ensino	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0288
Cunha & Silva (2021)	Elaboração de um material potencialmente significativo: Uma abordagem histórica para o ensino de raiz quadrada	https://doi.org/10.1590/0102-469825928
Backes, *et al.* (2023)	Princípios pedagógicos das práticas de ensino orientadas ao construtivismo nos jogos esportivos coletivos	https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v34i1.3405
Puerta, *et al.* (2022)	El mapa conceptual y el software CmapTools como herramientas neurodidácticas para la mejora del aprendizaje	https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40725

Tabela 2 – Artigos sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais (Conclusão)

Peixoto, *et al.* (2021)	Usando a metacognição para analisar um caso de erro diagnóstico em simulação de alta fidelidade	https://doi.org/10.1590/1981-5271v45.2-20200255
Matos, et al. (2021)	Prática educativa crítico-reflexiva em Gestão Ambiental e Responsabilidade Social um relato de experiência	https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.102i261.4431
Ferreira, *et al.* (2020)	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057
Damásio & Peluzzi (2018)	Para que ensinar Ciência no Século XXI? - reflexões a partir da filosofia de Feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica	https://doi.org/10.1590/1983-21172018200114
Foureaux, *et al.* (2018)	O ensino-aprendizagem da anatomia humana avaliação do desempenho dos alunos após a utilização de mapas conceituais como uma estratégia pedagógica	https://doi.org/10.1590/1516-731320180010007
Pereira, *et al.* (2021)	Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência algumas aproximações teóricas	https://doi.org/10.1590/1516-731320210017
Fernandes & Spagnuolo (2019)	Construção de práticas emancipatórias com conselheiros de saúde por meio de oficinas educativas e mapas conceituais	https://doi.org/10.1590/1413-81232021262.40962020
Silva & Lorenzetti (2020)	A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática	https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995
Cicuto, *et al.* (2019)	Uma abordagem centrada no aluno para ensinar Química: estimulando a participação ativa e autônoma dos alunos	https://doi.org/10.1590/1516-731320190040012
Aguiar & Correia (2019)	Um novo olhar sobre a vida acadêmica: estudo de caso sobre as concepções de docentes	https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945193301
Santos & Aquino (2018)	Em busca do Prêmio Nobel – Versão beta	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0317
Diniz & Santos (2019)	Ensinando atomística com o jogo digital “Em busca do Prêmio Nobel”	https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0268
Cristóvão & Fernandes (2019)	Recuperação de informação em dados ligados: um modelo baseado em mapas conceituais e análise de redes complexas	https://doi.org/10.1590/2318-08892018000200005

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

A análise dos artigos discutidos neste capítulo permite constatar que os mapas conceituais, aplicados em diferentes etapas da educação básica e superior, têm demonstrado resultados positivos no processo de ensino-aprendizagem. Ao serem utilizados como elementos da aprendizagem significativa, revelam-se estratégias metodológicas promissoras para promover a construção ativa do conhecimento e o aprimoramento da prática docente.

A importância do uso dos mapas conceituais como ferramenta didática de ensino, sendo para representar dados coletados que constam nestes artigos ou, no uso pelos participantes durante aplicação da pesquisa em momentos específicos, na sua elaboração ou construção, como forma de gerar resultados mais significativos sobre o que estava sendo estudado ou que era utilizado como forma de diagnosticar a melhora nos níveis cognitivos dos participante, possibilitou consolidar o processo de aprendizagem significativa .

Além disso, pode-se verificar a diversidade de formas de uso e diversos fins, que os mapas foram utilizados, sendo por construção dos participantes das pesquisas ou como meio de análise de dados ou quando foram somente citados nas pesquisas, como elementos norteadores e geradores de aprendizagem significativa.

Ao buscar os elementos de conhecimentos prévios dos alunos e construir uma relação em que o aluno se interesse pelo novo conteúdo, através de formas diferenciadas e, também, colocando o aluno como fator gerador e protagonista do seu aprendizado, teremos meios de qualificar os meios de aprendizagem.

Seja com uso de mapas conceituais para diagnosticar os conhecimentos prévios, através de um diálogo com a turma ou em grupos, ou pelo uso dos mapas conceituais para representar um determinado conteúdo de forma sintetizada ou para diagnosticar o aprendizado, sempre será uma aprendizagem significativa.

O uso dessas metodologias é constatado nos artigos descritos anteriormente nesta sessão e sobretudo, por exercer condições para questionamentos, levantamentos de suposições individuais ou em grupo, ocasionando assim meios de construção de conexões entre os subsunçores empregados na forma direta ou indiretamente. Possibilitando novas possibilidades favoráveis de aprendizagem significativa.

Pensando nisso, os estudos de Ausubel (2003), descreve que o aprendizado é construído com desejo em aprender e uma vontade inerente ao que se refere em si melhorar, em si construir, seja em proporcionar meios emocionais, cognitivos ou psicomotora. Esse aprendizado, segundo Ausubel, pode ser gerado com lembranças do passado ou presentes, pode ser por possibilidades com formas de repetir uma ação ou colocando sua concentração no uso do cognitivo.

Independente dos meios ou elementos que constituem esses processos, teremos um aumento de possibilidades mais enriquecedoras, que agregam os conhecimentos prévios e uso de metodologias que proporcionam momentos de análise, reflexão e representação de conceitos-chave, que possam sintetizar o que está sendo aprendido, como está sendo aprendido, e assim, diagnosticar o nível de aprendizado que está sendo gerado.

2.4 Fundamentos da Geometria: "Dobraduras, Kit de geometria e GeoGebra", refletindo a sequência de ideias

2.4.1 Dobraduras: aplicação prática dos princípios geométricos

O origami, considerado uma arte de dobrar papel para criar formas tridimensionais, transcende sua origem artística, encontrando aplicações inovadoras em diversas áreas da tecnologia moderna. Estas aplicações vão desde a engenharia aeroespacial até a medicina, demonstrando a versatilidade e a criatividade inerentes ao design origami.

Na engenharia espacial, podemos encontrar os estudos de McGourty *et al*. (2012), que discute como o origami pode ser utilizado para criar painéis solares que se desdobram em ambientes de gravidade zero, otimizando o espaço durante o lançamento.

A pesquisa de Lee *et al.* (2015) sobre a área da saúde, demonstra como stents dobrados podem ser fabricados para garantir um melhor fluxo sanguíneo e reduzir complicações pós-operatórias. O origami também tem influenciado o design de robôs flexíveis e autônomos, onde Choi *et al.* (2015) destaca como robôs inspirados no origami podem ser utilizados em missões de busca e resgate, adaptando-se rapidamente a diferentes terrenos.

Na área da arquitetura, encontramos vários estudos e dentre eles, o estudo de Baptista, *et al.* (2017), onde mostra como os princípios do origami têm sido aplicados para criar estruturas que são não apenas estéticas, mas também funcionais e sustentáveis.

E por fim, na pesquisa de Silva *et al.* (2018), podemos observar os estudos sobre origami na área de designer de produtos, na elaboração de embalagens e móveis, focados na redução do impacto ambiental e na melhora da funcionalidade.

2.4.2 Kit de geometria: introdução aos conceitos e fundamentos teóricos

Antes de falar sobre construções geométricas com uso do kit de geometria (régua, transferidor e jogo de esquadros), precisamos conhecer um pouco sobre a geometria, pois ela sendo um ramo fundamental da matemática que estuda as formas, tamanhos, posições relativas e propriedades do espaço, possui uma longa trajetória de impacto na humanidade. Segundo D'Ambrosio (2002), desde as primeiras civilizações até os dias de hoje, a geometria tem sido crucial para o desenvolvimento científico, artístico e tecnológico.

> a geometria é mais do que uma ciência exata; ela é uma forma de expressão cultural que transcende as fronteiras da matemática, integrando-se profundamente nas práticas sociais e culturais de diversas sociedades ao longo da história (D'Ambrosio, 2002, p. 76).

A geometria, cujo termo deriva do grego para "medida da terra", possui raízes profundas nas necessidades práticas das primeiras civilizações, como Egito e Mesopotâmia. Nessas culturas, o conhecimento geométrico era aplicado diretamente em tarefas como demarcação de terras após inundações, planejamento agrícola e construção de estruturas monumentais, refletindo não apenas uma utilidade técnica, mas também uma forma de organizar o espaço e expressar visões de mundo, como argumenta D'Ambrosio (2002) ao discutir a geometria como uma expressão cultural integrada às práticas sociais.

Foi na Grécia Antiga que a geometria transcendeu seu caráter puramente empírico, transformando-se em um sistema lógico e abstrato. Pensadores como Pitágoras e Platão contribuíram para essa evolução, mas foi Euclides, com sua obra seminal "Os Elementos", quem estabeleceu a base axiomática e dedutiva que dominaria o pensamento geométrico por séculos. A visão atribuída a Euclides, de que a geometria possui valor intrínseco como ciência pura, além de suas aplicações práticas, marcou essa transição para um campo de estudo fundamentado na razão (conforme discutido em fontes históricas sobre Euclides).

Os conceitos fundamentais da geometria euclidiana, como ponto, reta e plano, formam a base para construções mais complexas. Inspirado nos postulados apresentados na tradução de Bicudo (2009) da obra de Euclides, podemos entender o **ponto** como a representação adimensional de uma localização, visualizado na interseção de dobras no papel, marcações em construções manuais ou como referência no GeoGebra. A **reta**, uma extensão infinita definida por dois pontos, materializa-se nas linhas de dobra, nos traços de régua ou como objeto manipulável no software. O **plano** serve como a superfície bidimensional onde figuras são construídas e relacionadas, seja a folha de papel ou a área de trabalho do GeoGebra. O **ângulo**, formado pela união de duas semirretas com origem comum, torna-se concreto nas dobras, nas medições com transferidor ou nas representações dinâmicas do software. Finalmente, as **figuras geométricas** (polígonos, círculos, etc.) emergem da combinação desses elementos básicos, podendo ser exploradas tanto em suas formas planas quanto tridimensionais através das diferentes ferramentas (dobraduras, kit de geometria, GeoGebra), permitindo a análise de suas propriedades (Bicudo, 2009).

Desenvolver o pensamento geométrico implica cultivar a capacidade de visualizar formas no espaço, interpretar suas propriedades e raciocinar logicamente sobre suas relações. Conforme aponta Martins (2020), isso envolve habilidades como percepção espacial, construção mental de objetos e argumentação geométrica. Para fomentar essas competências em sala de aula, Martins (2020) sugere a importância de atividades práticas que envolvam manipulação de materiais concretos e construções, bem como o uso de tecnologias como softwares de geometria dinâmica, que facilitam a experimentação. A colaboração e a discussão entre alunos também são vistas como estratégias valiosas para a construção coletiva do conhecimento geométrico.

Ao realizar construções geométricas com kit o aluno se depara com situações diversas, sendo desde os alunos que não sabem manusear a régua, transferidor ou jogo de esquadros. A necessita de tal aprendizado e aplicabilidade nos dias de hoje se faz importante diante das características que são observadas desde que o aluno passa pelo ensino fundamental 1, como também, através das escolhas que alguns professores do fundamental II realizam ao priorizar a aplicação do objeto do kit de geometria, ao invés de primeiro ensinar como utilizar.

2.4.3 GeoGebra: recurso tecnológico que ilustra e expande construções geométricas

Como recurso tecnológico para o ensino de geometria, o GeoGebra destaca-se por sua versatilidade. Nos estudos de Santos *et al* (2020), trata-se de um software gratuito e de código aberto, concebido por Markus Hohenwarter, que integra dinamicamente conceitos de geometria, álgebra, cálculo e estatística em uma única interface. Sua capacidade de funcionar tanto online quanto offline amplia seu potencial de uso em diferentes contextos escolares. Particularmente relevante para este estudo é a janela de visualização 3D, que oferece ferramentas para construir, manipular e visualizar objetos espaciais, como prismas e pirâmides, facilitando a identificação de seus elementos e propriedades.

Justificamos a utilização do GeoGebra nas aulas de Matemática como um recurso pedagógico digital, diante da necessidade de se criar estratégias que favoreçam o ensino de Geometria, utilizando os Chromebooks nas salas de inovação das escolas municipais de Fortaleza com o intuito de facilitar a aprendizagem. Este trabalho ressalta que ao final será proposto aqui uma sugestão da utilização desse recurso digital ao professor, na intenção de oferecer um suporte às suas aulas.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia desta pesquisa adota uma abordagem multifacetada. Primeiramente, caracteriza-se como pesquisa participativa, pois busca envolver ativamente os sujeitos (alunos e professor) no processo de investigação, visando gerar conhecimento e transformações que partam de suas realidades e necessidades, em linha com os princípios de colaboração e empoderamento discutidos por autores como Freire (2001) e Lykes e Mallona (2013).

Em segundo lugar, é uma pesquisa qualitativa, focada em compreender as percepções, significados e experiências dos alunos no aprendizado de geometria com o uso das ferramentas propostas. Como salienta D'Ambrosio (2002), a abordagem qualitativa permite explorar o universo subjetivo dos participantes, indo além dos dados puramente observáveis.

Por fim, classifica-se como exploratória, dado seu objetivo de aprofundar a familiaridade com o problema do ensino e aprendizagem de geometria no contexto específico, buscando insights e hipóteses, o que justifica um planejamento flexível para abranger diversos aspectos do fenômeno, conforme descrito por Gil (2008) sobre a natureza das pesquisas exploratórias. A análise documental de referenciais curriculares também complementa a investigação, distinguindo-se da pesquisa bibliográfica pela natureza das fontes primárias consultadas (Gil, 2007).

3.1 Etapas da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa seguiu um percurso estruturado em etapas sequenciais. Iniciou-se com a aplicação de um **pré-teste** diagnóstico para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os descritores de geometria relevantes. Seguiu-se uma fase de **intervenção pedagógica**, fundamentada nas literaturas de D'Ambrosio (2002 e 2008), Lorenzato (2006) e utilizando metodologias ativas, que envolveu a construção de poliedros com dobraduras (módulo Sonobe), construções de polígonos com kit de geometria (régua, esquadros, transferidor – substituindo o compasso por segurança) e a representação dessas construções no software GeoGebra, seguindo manuais instrutivos.

Posteriormente, aplicou-se um **pós-teste**, com questões análogas às do pré-teste, para avaliar possíveis progressos na aprendizagem. A coleta de dados qualitativos foi realizada através de **entrevistas em grupo** e análise dos registros dos alunos (**fichas de observação, de acompanhamento e caderno de bordo**). Finalmente, os dados quantitativos e qualitativos foram analisados e culminaram na elaboração de um **produto educacional** (manual para professores).

3.2 Técnicas de pesquisa

As técnicas de pesquisa utilizadas, para acompanhar e coletar os dados necessários durante a aplicação das situações didáticas com fichas de observação, acompanhamento e diários de bordo. Ao estudo final desta pesquisa deram-se a partir de aplicação de pós-teste e entrevistas semiestruturadas por grupo. Sendo mecanismos auxiliares no processo de coleta e registro de informações durante os encontros com os participantes e na busca em obter materiais necessários para a análise das percepções dos alunos.

Por meio da observação sistemática, foram registradas as ações realizadas durante as atividades pedagógicas, com o intuito de determinar quais os fatores contribuintes e dificultadores no processo de aprendizagem em que os alunos participantes estão inseridos. As entrevistas semiestruturadas compreenderam as percepções dos alunos no processo de aprendizagem a partir da aplicação de cada fase dessa entrevista, permitindo uma análise detalhada das práticas avaliativas. Tal instrumento é bastante eficaz e, sobre ele, Gil (2008) constrói a seguinte definição:

> [...] [É] a técnica em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obtenção dos dados que interessam à investigação. A entrevista é, portanto, uma forma de interação social. Mais especificamente, é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação.

Optou-se pela entrevista semiestruturada por grupo, pois, conforme afirmam Boni e Quaresma (2005), esse formato permite que o entrevistado explore o tópico sugerido, enquanto responde a um conjunto de perguntas previamente estabelecidas. Esse método é ideal quando se busca restringir a quantidade de informações, orientando-as para esclarecer o tema e atingir os objetivos propostos. As questões formuladas em cada etapa da pesquisa estão detalhadas no anexo I.

Todas as entrevistas foram registradas com a autorização apropriada dos participantes do estudo e, em seguida, transcritas para permitir uma análise crítica e para fortalecer a produção científica sobre o tema em questão. Para isso, será utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) destinado a cada um dos participantes, com o objetivo de esclarecer os propósitos, a metodologia e o uso das informações coletadas, comprometendo-se a seguir as diretrizes e normativas estabelecidas na resolução nº 466/12 do Código de Ética para pesquisas com seres humanos do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde (Brasil, 2012).

3.3 Lócus da pesquisa e sujeitos participantes

A pesquisa ocorreu em uma escola de ensino fundamental II, vinculada à secretaria municipal de educação, pertencente ao distrito de educação 2, em que consiste em um campo de atuação profissional do autor, em exercício efetivo como professor de matemática. A escola é de ensino fundamental II, e atende aos anos 6º a 9º, nos turnos manhã e tarde, com a capacidade máxima de 400 alunos. Possui em seu quadro efetivo, 22 professores de formação diversas, além dos professores substitutos.

Diante disso, o autor teve apoio da direção local com a contribuição a esse estudo com alguns materiais (impressões, papel ofício, papel ofício colorido para dobraduras, réguas, esquadros e transferidores) e equipamentos (Chromebooks), onde esses equipamentos eram levados até a sala de aula para uso durante a aplicação de algumas etapas da pesquisa, pois a escola não possui laboratório de informática.

Os alunos participantes deste estudo compreendem os alunos do 8º ano do ensino fundamental II, do período da manhã, cujo ponto de seleção foi a disponibilidade do autor, por ser professor da disciplina matemática dessa referida turma. Para a escolha dos alunos elegíveis como atores desse estudo, foi considerado os critérios de inclusão, que compreendeu: Adesão de forma proativa do aluno nas atividades propostas; participação colaborativa com os demais membros da equipe e entrega das atividades propostas. Em contrapartida, os critérios de exclusão foram: não adesão às atividades propostas; gerador de conflitos durante a execução de atividades em equipe; não entrega das atividades propostas.

Para as atividades com uso do software GeoGebra, serão usados os Chromebooks que serão levados a sala de aula para os alunos trabalhem em grupo, pois a escola não possui laboratório de informática.

A pesquisa foi realizada no ano de 2024/ 2025 onde foram realizados 10 encontros em 5 semanas (2 encontros por semana), tendo cada encontro a duração de 90 minutos para aplicação das situações didáticas e preenchimentos das fichas de observação e acompanhamento deste estudo, conforme a descrição abaixo:

a) Encontro 1 - Aplicação do pré-teste, com 10 questões, para sondagem das aprendizagens;
b) Encontro 2 - Aplicação das Situações Didáticas 1(construções geométricas com dobraduras: módulos Sonobe e montagem hexaedro regular);
c) Encontro 3 - Aplicação das Situações Didáticas 2 (construções geométricas com dobraduras: módulos Sonobe e montagem tetraedro);
d) Encontro 4 - Aplicação das Situações Didáticas 3 (construções geométricas com kit de geometria: triângulos retângulos e acutângulos e obtusângulos);
e) Encontro 5 - Aplicação das Situações Didáticas 4 (construções geométricas com kit de geometria: quadrado, retângulo, losango e paralelogramo;
f) Encontro 6 - Aplicação das Situações Didáticas 5 (construções geométricas com kit de geometria: trapézios;
g) Encontro 7 - Aplicação das Situações Didáticas 6 (construções geométricas com GeoGebra: triângulos);
h) Encontro 8 - Aplicação das Situações Didáticas 7 (construções geométricas com GeoGebra: quadriláteros;
i) Encontro 9 - Aplicação das Situações Didáticas 8 (construções geométricas com GeoGebra: transformações geométricas);
j) Encontro 10 - Aplicação do pós-teste, com 10 questões, a fim de conhecer as contribuições das situações didáticas para a aprendizagem dos conceitos de geometria, com foco no Desenvolvimento do Pensamento Geométrico; Aplicação do questionário de engajamento, com 5 questões e discussão sobre o processo vivenciado, junto aos participantes.

Os participantes da pesquisa são 15 estudantes do 8º ano do período da manhã, sendo oito do sexo feminino e sete do sexo masculino, com idade variando de 13 a 15 anos. São de famílias com baixo poder aquisito e algumas que recebem auxílio social. Todos os estudantes que participaram da pesquisa, participaram de uma apresentação para esclarecimento sobre a pesquisa e fornecendo o consentimento através do preenchimento dos termos de Assentimento e Consentimento, do próprio aluno e responsável.

4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados utilizada neste trabalho seguiu a proposta de Laurence Bardin, que envolve um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens (BARDIN, 2016). Esta metodologia visa obter, por meio de procedimentos sistemáticos, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens.

No contexto desta pesquisa, a análise de conteúdo foi aplicada aos registros escritos dos alunos, que foram gerados no pré-teste (nível de conhecimento quanto aos descritores) e durante a aplicação das construções geométricas com os instrumentos metodológicos (dobradura, kit de geometria e GeoGebra) (Quadro 1).

Tabela 3 – Instrumentos e procedimentos técnicos de aplicação

INSTRUMENTOS	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DE APLICAÇÃO
Pré-teste	Aplicação de avaliação diagnóstica para levantar os conhecimentos prévios dos alunos e analisá-los sobre a ótica do pensamento geométrico com os níveis de van Hiele
Dobradura	Fichas de observação, acompanhamento e caderno de bordo, onde foram utilizadas durante atividades desenvolvidas nas situações didáticas de construções geométricas.
Kit de geometria	Fichas de observação, acompanhamento e caderno de bordo, onde foram utilizadas durante atividades desenvolvidas nas situações didáticas de construções geométricas.
GeoGebra	Fichas de observação, acompanhamento e caderno de bordo, onde foram utilizadas durante atividades desenvolvidas nas situações didáticas de construções geométricas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A metodologia de Bardin (2016) se mostra particularmente adequada para este tipo de análise, pois permite identificar padrões, categorias e significados subjacentes às respostas dos estudantes, revelando aspectos importantes do desenvolvimento do pensamento geométrico.

4.1 Etapas da Análise de Conteúdo

Para analisar as percepções dos alunos registradas nas fichas e entrevistas, adotamos os procedimentos da análise de conteúdo conforme proposto por Bardin (2016). O processo iniciou-se com a pré-análise, momento de leitura flutuante do material coletado para uma primeira organização e formulação de hipóteses iniciais sobre as experiências dos alunos com as metodologias.

Em seguida, na fase de exploração do material, realizamos a codificação dos dados, definindo unidades de registro (palavras-chave como 'ângulo', 'dobrar'; temas como 'dificuldade com transferidor', 'ajuda do colega'; ou frases significativas) que emergiram dos relatos. Essas unidades foram então sistematicamente classificadas e agrupadas através da categorização. Este processo envolveu a criação de categorias temáticas (como 'Percepções sobre Aprendizagem', 'Experiências com Metodologias', 'Dificuldades') que refletissem os objetivos da pesquisa e os referenciais teóricos, permitindo agrupar as unidades de registro com base em critérios semânticos.

Finalmente, na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os dados categorizados foram organizados (por exemplo, em tabelas de frequência) e interpretados à luz das teorias de van Hiele (2009) e Ausubel (2003), buscando inferir significados sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico e a aprendizagem significativa a partir das falas e registros dos alunos, considerando o contexto da pesquisa e as condições de produção desses dados (Bardin, 2016).

4.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Os 15 participantes da pesquisa foram divididos em grupo de três alunos cada, onde a escolha dos participantes de cada grupo foi definida por afinidade entre eles. A divisão ficou se compõem da seguinte forma:

a) Grupo A: três alunos do sexo masculino (13 anos idade cada).
b) Grupo B: três alunas do sexo feminino (13 anos de idade cada).
c) Grupo C: um aluno do sexo masculino e duas alunas do sexo feminino (13 anos de idade cada).
d) Grupo D: dois alunos do sexo masculino, sendo um com 13 anos e o outro com 15 anos de idade e uma aluna do sexo feminino com 14 anos de idade.
e) Grupo E: duas alunas do sexo feminino (13 anos de idade cada) e um aluno do sexo masculino com 14 anos.

A participação dos alunos em cada encontro sempre foi em grupo, com exceção do pré-teste e pós-teste, que ocorreu de forma individual. Nos encontros foi definido desde o início que o registro no caderno de bordo seria feito através de revezamento, onde ao final de cada encontro (sessão didática) o registro deveria compor o relato das atividades propostas, a função de cada participante e a conclusão sobre o que foi feito.

4.3 Categorização e análise dos dados

Esse processo foi constituído da preparação para o pré-teste (avalição diagnóstica), com o estudo dos descritores do SAEB e a correlação com as habilidades presentes na BNCC, DCRC e DCRFor. Ao todo foram escolhidos 9 descritores (SAEB) que são aplicados ao longo dos anos finais do ensino fundamental, alguns descritores podem ser aplicados em todos os anos, tendo como objetivo observar o nível de retenção do conteúdo em questão. Na tabela abaixo estão caracterizados os descritores utilizados (SAEB) e quais descritores são correlacionados na BNCC, DCRC e DCRFor).

Tabela 4 – Descritores de Geometria do ensino fundamental utilizados (Continua)

DESCRITORES DE GEOMETRIA QUE FORAM UTILIZADOS	
SAEB 9º ANO	**BNCC, DCRC, DCRFor**
D2 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais e tridimensionais, relacionando-as com as suas planificações.	**(EF06MA17)** Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial. **(EF06MA21)** Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais. **(EF06MA23)** Construir algoritmo para resolver situações passo a passo (como na construção de dobraduras ou na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.). **(EF09MA17)** Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva. **Habilidade do 5º ano** **(EF05MA16)** Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos.
D3 – Identificar propriedades de triângulos pela comparação de	**(EF06MA18)** Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e

Tabela 4 – Descritores de Geometria do ensino fundamental utilizados (Continuação)

medidas de lados e ângulos.	classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros.
D4 – Identificar relação entre quadriláteros por meio de suas propriedades.	**(EF07MA31)** Estabelecer expressões de cálculo de área de triângulos e de quadriláteros. **(EF06MA20)** Identificar características dos quadriláteros, classificá-los em relação a lados e a ângulos e reconhecer a inclusão e a intersecção de classes entre eles. **(EF08MA19)** Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.
D5 – Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.	**(EF06MA29)** Analisar e descrever mudanças que ocorrem no perímetro e na área de um quadrado ao se ampliarem ou reduzirem, igualmente, as medidas de seus lados, para compreender que o perímetro é proporcional à medida do lado, o que não ocorre com a área.
D6 – Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não retos.	**(EF06MA25)** Reconhecer a abertura do ângulo como grandeza associada às figuras geométricas. **(EF06MA26)** Resolver problemas que envolvam a noção de ângulo em diferentes contextos e em situações reais, como ângulo de visão. **(EF06MA27)** Determinar medidas da abertura de ângulos, por meio de transferidor e/ou tecnologias digitais. **Habilidade do 4º ano** **(EF04MA18)** Reconhecer ângulos retos e não retos em figuras poligonais com o uso de dobraduras, esquadros ou softwares de geometria.
D7 – Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes, identificando propriedades e/ou medidas que se modificam ou não se alteram.	**(EF06MA21)** Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.
D8 – Resolver problema utilizando propriedades dos polígonos (soma de seus ângulos internos, número de diagonais, cálculo da medida de cada ângulo interno nos polígonos regulares).	**(EF07MA24)** Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180°.

(Conclusão)

D9 – Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.	**(EF07MA19)** Realizar transformações de polígonos representados no plano cartesiano, decorrentes da multiplicação das coordenadas de seus vértices por um

Tabela 4 – Descritores de Geometria do ensino fundamental utilizados

	número inteiro. **(EF08MA18)** Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica. **(EF09MA16)** Determinar o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular, por exemplo, medidas de perímetros e áreas de figuras planas construídas no plano.
D12 – Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.	**(EF06MA29)** Analisar e descrever mudanças que ocorrem no perímetro e na área de um quadrado ao se ampliarem ou reduzirem, igualmente, as medidas de seus lados, para compreender que o perímetro é proporcional à medida do lado, o que não ocorre com a área. **(EF09MA16)** Determinar o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular, por exemplo, medidas de perímetros e áreas de figuras planas construídas no plano.
D13 – Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.	**(EF07MA31)** Estabelecer expressões de cálculo de área de triângulos e de quadriláteros. **(EF08MA19)** Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.

Fonte: https://www.tudosaladeaula.com/2023/07/alinhamento-das-habilidades-da-bncc-com-os-descritores-do-saeb-de-matematica-do-9o-ano/ (Adaptado pelo autor, 2025)

4.3.1 Descrição dos dados do pré-teste (avaliação diagnóstica)

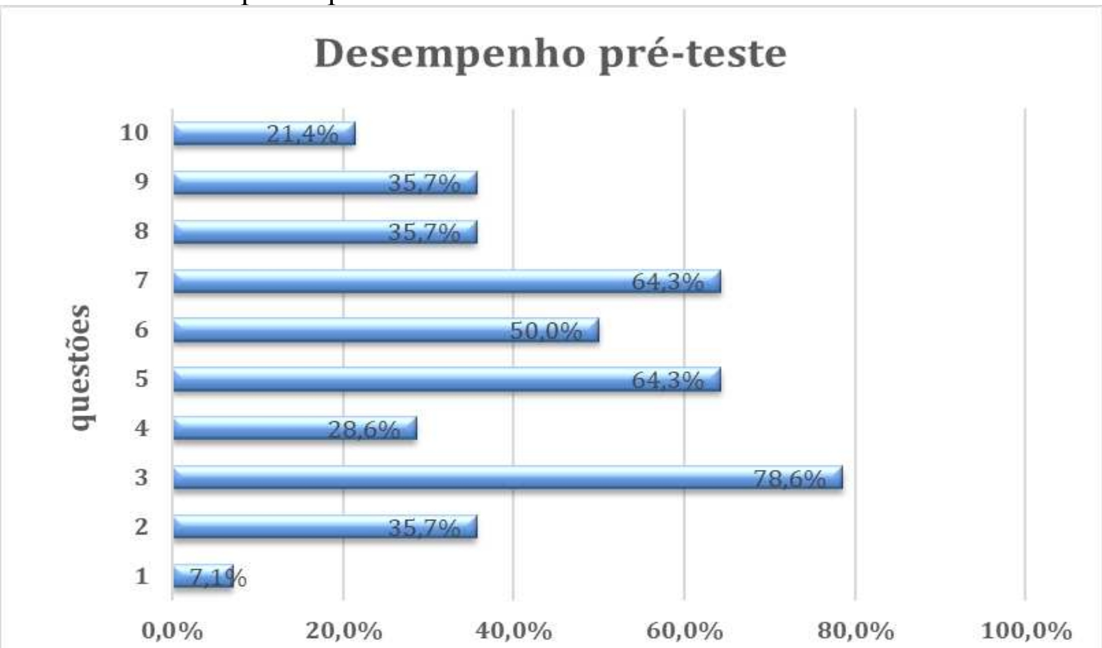
O pré-teste foi planejado com foco em verificar os conhecimentos dos alunos diante de algumas habilidades de geometria presentes nas ADRs. Para isso, os descritores do SAEB escolhidos, estavam diretamente relacionados com a forma de aplicação das etapas de construções geométricas com dobraduras, kit de geometria (régua, esquadros e transferidor) e uso do GeoGebra.

Sendo que o descritor sobre as isometrias foi repetido (questões 1 e 10), tendo em vista que o uso do GeoGebra necessita de observação, identificação e classificação para resolver problemas relacionadas com as construções, seu posicionamento no plano, como também, com situações que envolvam no processo de criação de figuras geométricas por parte dos alunos (com ou sem um material de apoio ou auxílio constante do professor). Pensando nisso, foi necessário aplicar duas vezes o mesmo descritor em níveis diferentes.

4.3.2 *Análise dos dados na fase de aplicação do pré-teste*

A presente análise debruça-se sobre os resultados de um pré-teste (avaliação diagnóstica) de matemática aplicada a alunos participantes na pesquisa, com foco nas habilidades de geometria. Após a aplicação do pré-teste, tivemos o seguinte resultado apresentado no gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Desempenho pré-teste



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
questões	7,1%	35,7%	78,6%	28,6%	64,3%	50,0%	64,3%	35,7%	35,7%	21,4%

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A partir dos dados apresentado no gráfico, tivemos como objetivo em relacionar o desempenho dos estudantes em cada questão com os respectivos descritores e assim, contextualizar essa análise à luz das contribuições teóricas de David Ausubel, Joseph Novak, Sérgio Lorenzato, Ubiratan D'Ambrosio e do modelo de Van Hiele sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico. Com essa análise, definimos nas conclusões os processos para elaborar as atividades das situações didáticas que seriam constituídas de construções geométricas, utilizando a "mão na massa" com dobradura, kit de geometria e GeoGebra.

a) **Questão 1 (descritor 2:** Identificar no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação))

Este baixíssimo índice de acerto (7,1%), sugere uma dificuldade acentuada dos alunos em visualizar e aplicar esses conceitos. Segundo o modelo de van Hiele (2009), a compreensão de transformações geométricas requer um nível de pensamento que transcende a simples visualização (Nível 1), exigindo a capacidade de analisar as propriedades das figuras e das transformações em si (Nível 2 ou superior). Um desempenho tão baixo pode indicar que a maioria dos alunos ainda se encontra nos níveis iniciais de desenvolvimento do pensamento geométrico, com dificuldades em coordenar a figura original com sua imagem transformada sob regras específicas. A falta de uma aprendizagem significativa, como preconizada por Ausubel (2003), onde o novo conhecimento (transformações) não se ancora de forma substantiva em conhecimentos prévios (plano cartesiano, propriedades das figuras), pode explicar essa dificuldade. O aluno pode ter memorizado definições, mas não internalizou o significado das operações de transformação.

A abordagem de Lorenzato (2006) sobre a importância de atividades práticas e do uso de materiais manipuláveis no ensino da geometria poderia ser um caminho para construir uma compreensão mais sólida desses conceitos, permitindo que os alunos vivenciem as transformações antes de formalizá-las no plano cartesiano.

a) **Questão 2 (descritor 3:** Relacionar o número de vértices, faces ou arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base)

O índice de acerto foi 35,7%, sendo que esta questão indica uma dificuldade considerável dos alunos em estabelecer essas relações espaciais e numéricas. A teoria de van Hiele (2009) sugere que a compreensão das propriedades de figuras tridimensionais e suas relações com componentes bidimensionais (como o polígono da base) exige um pensamento que vai além da simples identificação visual (Nível 1), necessitando de uma análise descritiva (Nível 2) e, idealmente, de uma compreensão relacional (Nível 3). Um desempenho abaixo de

50% pode significar que muitos alunos não desenvolveram a capacidade de generalizar essas relações, como a relação de Euler (**vértices - arestas + faces = 2)** para poliedros, ou de deduzir o número de faces, vértices e arestas a partir do tipo de polígono da base.

A perspectiva da etnomatemática, defendida por D'Ambrosio (2002), poderia enriquecer o ensino desses conceitos ao conectar a geometria espacial com artefatos culturais e construções do cotidiano dos alunos, tornando a aprendizagem mais contextualizada e, possivelmente, mais significativa. Ausubel (1980), argumenta que sem uma ancoragem sólida em conceitos prévios e bem compreendidos sobre polígonos e as características fundamentais de prismas e pirâmides, a nova informação sobre as relações entre seus elementos não se integra de forma significativa à estrutura cognitiva do aluno, resultando em memorização mecânica e baixo desempenho na aplicação.

a) **Questão 3 (descritor 4:** Relacionar objetos tridimensionais às suas planificações ou vistas)

O índice de acerto foi o mais alto do pré-teste (78,6%), sugerindo que os alunos possuem uma habilidade relativamente bem desenvolvida para relacionar objetos tridimensionais com suas representações bidimensionais (planificações ou vistas). Este resultado positivo pode indicar que as atividades de visualização espacial e manipulação de sólidos geométricos, frequentemente no ensino fundamental, foram eficazes. Do ponto de vista do modelo de van Hiele (2009) essa habilidade está alinhada com o Nível 1 (Visualização), onde os alunos reconhecem figuras por sua aparência global, e pode até indicar um início de transição para o Nível 2 (Análise), onde começam a identificar componentes e propriedades das figuras. Lorenzato (2006), enfatiza a importância da passagem do tridimensional para o bidimensional e vice-versa como fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico.

O sucesso nesta questão pode refletir uma aprendizagem significativa (Ausubel) onde os alunos conseguiram estabelecer relações claras entre o objeto concreto (ou sua imagem mental) e sua representação planificada. A utilização de mapas conceituais, como proposto por Novak (1999), poderia ser uma ferramenta interessante para consolidar essa compreensão, ajudando os alunos a organizarem e explicitar as relações entre um sólido, suas faces, e a forma como estas se articulam em uma planificação.

a) **Questão 4** (**descritor 5**: Classificar polígonos em regulares e não regulares)

A questão apresentou um baixo índice de acerto (28,6%), indicando que uma parcela significativa dos alunos não compreende ou não consegue aplicar os critérios para essa distinção (equilátero e equiângulo simultaneamente). Para Ausubel (2003), uma aprendizagem significativa ocorreria se os conceitos de "lados congruentes" e "ângulos congruentes" estivessem bem estabelecidos como subsunçores, permitindo que o conceito de "polígono regular" fosse ancorado de forma clara. Um índice tão baixo pode sugerir que os alunos memorizaram os termos, mas não o significado e a combinação necessária das duas propriedades. O modelo de van Hiele (2009) situaria a capacidade de identificar e classificar polígonos com base em suas propriedades (como a regularidade) no Nível 2 (Análise). O resultado sugere que muitos alunos podem estar operando no Nível 1 (Visualização), onde reconhecem formas, mas não analisam suas propriedades intrínsecas de forma sistemática.

Lorenzato (2006), defenderia a importância de atividades práticas onde os alunos pudessem medir lados e ângulos de diversos polígonos, construindo a noção de regularidade a partir da experiência concreta, em vez de apenas receberem a definição pronta. A utilização de mapas conceituais (Novak, 1999) após atividades de exploração, poderia ajudar os alunos a organizarem as características que definem um polígono regular e diferenciá-lo dos não regulares, explicitando as relações hierárquicas entre os conceitos de polígono, equilátero, equiângulo e regular.

a) **Questão 5** (**descritor 6:** Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinação da medida de um ângulo interno ou externo).

Um índice de acerto de 64,3% na questão sobre propriedades e relações nos triângulos (como condição de existência, soma dos ângulos internos, etc.) é um resultado moderadamente positivo, indicando que uma maioria dos alunos possui algum domínio sobre esses conceitos fundamentais da geometria. A compreensão da soma dos ângulos internos de um triângulo (180°) e a condição de existência são cruciais e, segundo Ausubel (2003), funcionam como importantes subsunçores para a aprendizagem de conceitos geométricos mais complexos. O fato de quase dois terços dos alunos demonstrarem essa compreensão sugere que a aprendizagem foi, para eles, significativa neste tópico. No modelo de van Hiele (2009), a capacidade de trabalhar com as propriedades dos triângulos e as relações entre seus elementos (lados e ângulos) corresponde ao Nível 2 (Análise). O resultado indica que uma boa parte dos alunos está operando nesse nível ou em transição para ele no que tange a triângulos.

Lorenzato (2006), certamente veria esse resultado como um reflexo de um ensino que, possivelmente, utilizou exploração e investigação, permitindo aos alunos descobrirem essas relações. Para os alunos que não obtiveram sucesso, a dificuldade pode residir na incapacidade de generalizar as propriedades ou na aplicação incorreta das relações em contextos específicos. A etnomatemática de D'Ambrosio (2002), poderia ser invocada para explorar como diferentes culturas utilizam e compreendem as propriedades triangulares em suas construções e arte, tornando o aprendizado mais relevante.

a) **Questão 6** (**descritor:** Classificar triângulos ou quadriláteros em relação aos lados ou aos ângulos internos)

O índice de acerto de 50% para a classificação de triângulos e quadriláteros em relação a lados ou ângulos internos indica que metade dos alunos consegue aplicar corretamente os critérios de classificação, enquanto a outra metade apresenta dificuldades. Essa habilidade é fundamental e, segundo o modelo de van Hiele, corresponde ao Nível 2 (Análise), onde os alunos começam a reconhecer e nomear as propriedades das figuras geométricas. Um resultado de 50% sugere uma turma dividida em termos de desenvolvimento do pensamento geométrico para este tópico. Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa dos critérios de classificação (por exemplo, triângulo equilátero, isósceles, escaleno; ou retângulo, quadrado, losango) depende da clareza com que os conceitos de congruência de lados e tipos de ângulos (agudo, reto, obtuso) foram previamente assimilados. A dificuldade pode estar na memorização dos termos sem a real compreensão das propriedades que definem cada categoria.

Lorenzato (2006), argumentaria sobre a importância de atividades de medição, comparação e construção dessas figuras para que os alunos internalizassem as definições. A etnomatemática de D'Ambrosio (2002), poderia ser explorada ao analisar como diferentes formas de triângulos e quadriláteros aparecem em padrões culturais, tecelagens ou construções, dando um contexto mais amplo à classificação. O uso de mapas conceituais (Novak, 1999), poderia ajudar os alunos a organizarem a hierarquia e as inter-relações entre os diferentes tipos de triângulos e quadriláteros, explicitando suas propriedades definidoras e como se distinguem.

a) **Questão 7** (**descritor:** Identificar retas ou segmentos de retas concorrentes, paralelos ou perpendiculares)

Um índice de acerto de 64,3% na identificação de relações entre retas (concorrentes, paralelas, perpendiculares) é um resultado relativamente positivo, similar ao desempenho na questão sobre propriedades de triângulos. Isso sugere que a maioria dos alunos consegue distinguir visualmente e conceitualmente essas relações espaciais básicas. No modelo de van Hiele (2009), essa habilidade se inicia no Nível 1 (Visualização) e se consolida no Nível 2 (Análise), quando os alunos compreendem as definições e propriedades de paralelismo e perpendicularidade. Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa desses conceitos depende da ancoragem em noções espaciais intuitivas e da clareza das definições apresentadas. O resultado indica que, para cerca de dois terços dos alunos, essa ancoragem foi bem-sucedida.

D'Ambrosio (2002), poderia apontar como a percepção de paralelismo e perpendicularidade é fundamental em diversas atividades humanas, desde a construção civil até a arte e o design, tornando o estudo dessas relações relevante para o cotidiano. Para os alunos com dificuldades, Lorenzato (2006), sugeriria atividades práticas com o uso de esquadros, réguas e a observação do entorno para identificar e construir essas relações, fortalecendo a passagem do concreto para o abstrato.

a) **Questão 8 (descritor:** Resolver problemas que envolvam relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, ângulos internos ou externos de polígonos ou cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz) de polígonos)

O índice de acerto de 35,7% para problemas envolvendo relações angulares (paralelas cortadas por transversal, ângulos de polígonos) é preocupante, pois esses conceitos são fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio dedutivo em geometria. Segundo o modelo de van Hiele, a compreensão dessas relações angulares e sua aplicação na resolução de problemas exigem, no mínimo, o Nível 2 (Análise) e, frequentemente, o Nível 3 (Dedução Informal), onde os alunos começam a seguir e construir argumentos lógicos. Um desempenho tão baixo pode indicar que muitos alunos não compreendem as propriedades dos ângulos alternos internos/externos, colaterais, correspondentes, ou a soma dos ângulos internos/externos de polígonos. Ausubel destaca que, sem uma aprendizagem significativa das definições básicas de ângulos e das propriedades das retas paralelas, os alunos não conseguem construir uma estrutura cognitiva sólida para resolver problemas mais complexos. A dificuldade pode ser exacerbada se o ensino focou na memorização de nomes de ângulos e teoremas sem a devida exploração visual e dedutiva.

Lorenzato (2006), certamente propõem o uso de softwares de geometria dinâmica ou construções com régua e compasso para que os alunos pudessem investigar essas relações de forma interativa, fomentando a descoberta e a compreensão. A utilização de mapas conceituais (Novak, 1999), poderia ajudar a organizar o conhecimento sobre os diferentes tipos de ângulos e suas relações em diversas configurações geométricas.

a) **Questão 9** (**descritor:** Resolver problemas que envolvam polígonos semelhantes)

Assim como na questão anterior, o índice de acerto de 35,7% em problemas com polígonos semelhantes revela uma dificuldade significativa dos alunos. A semelhança de polígonos envolve a compreensão de proporcionalidade entre lados correspondentes e a congruência de ângulos correspondentes, conceitos que, segundo van Hiele, são mais bem compreendidos a partir do Nível 2 (Análise) e se consolidam no Nível 3 (Dedução Informal), quando os alunos podem trabalhar com razões e proporções de forma abstrata. Para Ausubel, a aprendizagem significativa da semelhança requer que os conceitos de razão, proporção e congruência de ângulos estejam bem ancorados. Se esses subsunçores não estiverem claros, a aplicação do conceito de semelhança se torna mecânica e propensa a erros.

Lorenzato (2006), enfatizava a importância de explorar a semelhança em contextos variados, como mapas, maquetes e ampliações/reduções de figuras, para que os alunos percebessem a relevância e a aplicabilidade do conceito. D'Ambrosio (2002), poderia sugerir a análise de padrões de semelhança em manifestações culturais, como na arte ou na arquitetura, para conectar o conteúdo matemático com a realidade dos alunos. A dificuldade pode residir tanto na identificação dos lados correspondentes quanto no cálculo correto das proporções.

b) **Questão 10** (**descritor:** Identificar no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação)

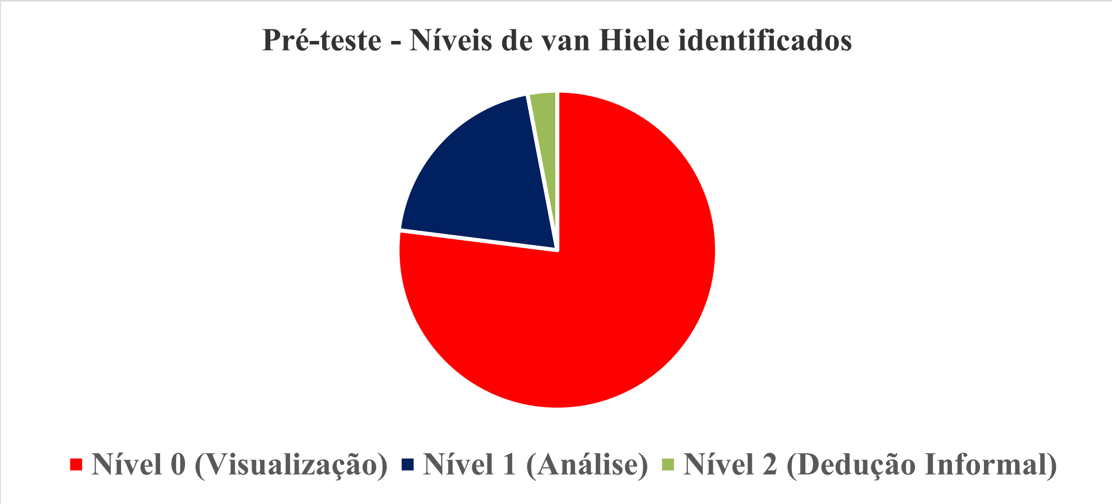
O índice de acerto de 21,4% para esta questão, que novamente aborda transformações geométricas, mas possivelmente com um grau maior de complexidade (como a composição de transformações), reforça a dificuldade identificada na Questão 01. Este resultado, ainda mais baixo, sugere que a aplicação sequencial de transformações ou a compreensão de seus efeitos combinados é um desafio ainda maior para os alunos.

No modelo de van Hiele, a composição de transformações exige um nível de abstração e coordenação espacial que se aproxima do Nível 3 (Dedução Informal). A dificuldade pode estar na visualização do resultado de múltiplas etapas ou na compreensão de como as propriedades da figura são afetadas por cada transformação e pela sequência delas. Ausubel apontaria para uma possível falha na construção de uma estrutura cognitiva hierárquica, onde o entendimento de transformações simples não foi suficientemente consolidado para servir de base para a compreensão de composições.

Lorenzato (2006) e D'Ambrosio (2002), concordam sobre a necessidade de abordagens mais concretas e contextualizadas, talvez utilizando softwares interativos ou explorando simetrias e padrões em contextos culturais que envolvam múltiplas transformações. A sugestão de Novak (1999) sobre mapas conceituais, poderia ser útil para que os alunos visualizassem o fluxo e o resultado de transformações compostas.

A análise dos resultados do pré-teste revela um panorama preocupante em relação ao desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos do 8º ano participantes da pesquisa, especialmente em tópicos que exigem níveis mais elevados de abstração e raciocínio espacial, como transformações geométricas, relações angulares complexas e semelhança de polígonos. Os baixos índices de acerto em várias questões sugerem que a aprendizagem, para muitos, pode não estar ocorrendo de forma significativa, como defendido por Ausubel, faltando a ancoragem de novos conceitos em conhecimentos prévios bem estabelecidos. Muitos alunos parecem operar nos níveis iniciais do modelo de van Hiele (visualização e início da análise), com dificuldades em progredir para níveis que envolvem dedução e rigor. Observando estas informações e partir disso, geramos o gráfico a seguir.

Gráfico 2 - Níveis de van Hiele identificados



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os resultados do pré-teste confirmaram a necessidade de intervenção pedagógica, com a maioria dos alunos nos níveis iniciais de pensamento geométrico e apresentando dificuldades significativas nos descritores avaliados. Recomenda-se uma revisão das abordagens pedagógicas, incorporando estratégias que promovam a investigação, a experimentação e a contextualização dos conteúdos geométricos, em linha com as propostas de Lorenzato e D'Ambrosio. O uso de materiais manipuláveis, softwares de geometria dinâmica e a exploração de problemas do cotidiano podem tornar a aprendizagem mais engajadora e significativa. A utilização de mapas conceituais (Novak, 1999), pode ser uma ferramenta poderosa para ajudar os alunos a organizarem o conhecimento, identificar relações entre conceitos e superar a aprendizagem mecânica.

É crucial que o planejamento das aulas considere a progressão dos níveis de pensamento geométrico de van Hiele, oferecendo atividades adequadas para cada estágio e facilitando a transição entre eles. Além disso, é fundamental que os conceitos básicos sejam solidamente construídos antes da introdução de tópicos mais complexos, garantindo a existência de subsunçores adequados para uma aprendizagem significativa. Esse planejamento foi estabelecido com os métodos e os processos de aplicações das situações didáticas, que perpassassem pelas construções geométricas com dobraduras (método Sonobe), uso do Kit de geometria (régua, transferidor e esquadros) e uso de software de geometria dinâmica GeoGebra.

4.3.3 *Percepção dos alunos quanto a aplicação da metodologia de dobradura*

Diante da breve contextualização sobre o origami e sua importância, abordada anteriormente. Agora, vamos adentrar nos processos de aplicação das técnicas de dobraduras utilizadas com os módulos Sonobe e os relatos dos alunos durante a participação nas atividades propostas com dobraduras. Para isso, foi proposto construir o tetraedro e o hexaedro regular, sendo que esses poliedros de Platão foram escolhidos mediante as características presentes em suas faces, o tetraedro constituído de faces compostas por triângulos equiláteros e o hexaedro regular, que é constituído por faces quadradas.

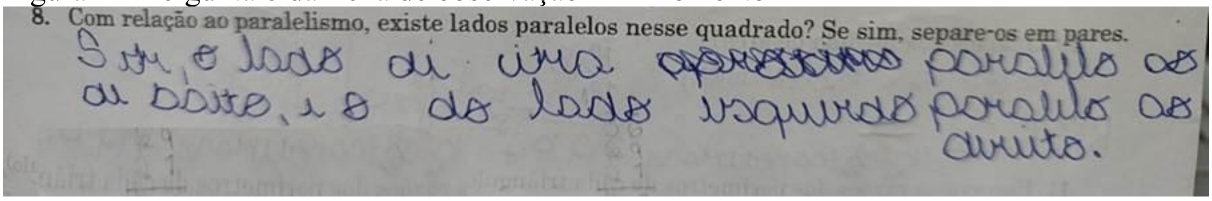
Esses polígonos têm uma importância estratégica nesse estudo, pois diante de suas características presentes nas isometrias, com foco ao utilizarmos nas construções geométricas com o software de geometria dinâmica GeoGebra, poderemos referendar ao construí-los no plano cartesiano, observando a proporcionalidade presente na ampliação e redução dessas construções e tendo como pontos de observação os respectivos perímetros e áreas, proporcionando ao aluno relacionar diversos conteúdos de geometria.

Na BNCC (2018), podemos encontrar nas páginas 302 e 303 algumas referências das habilidades presentes na geometria, grandezas e medidas para alunos de 6º ano ao falar sobre dobradura e que tem a seguinte orientação: "(EF06MA23) Construir algoritmo para resolver situações passo a passo (como na construção de dobraduras ou na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.).

A construção do algoritmo foi direcionada primeiramente em conhecer e aplicar as etapas de construção das dobraduras (passo a passo). Para isso, os alunos foram divididos em grupo de 3 participantes cada, sendo que a escolha dos participantes foi realizada pelos próprios alunos, onde eles se reuniram por afinidade. Cada participante precisou acompanhar a demonstração de cada etapa da dobradura realizada pelo professor. Esse processo ocorreu nas situações didáticas 1 e 2, onde o professor realizou as etapas da dobradura usando o quadro como bancada, e, os alunos tendo uma visão superior das etapas de construção. A cada passo da dobradura descrito pelo professor eram apresentados elementos e características presentes nesse processo, além disso, era realizado algumas perguntas sobre propriedades dos polígonos gerados em cada etapa. Os alunos tinham como orientação: deixar somente a folha sobre a mesa e em cada etapa da dobradura fosse observado a "qualidade em dobrar o papel" (realizar com qualidade o vinco do papel com o máximo de precisão) e ajudar os demais companheiros do grupo.

Após a construção do módulo Sonobe foi entregue uma folha de observação das etapas realizadas e sobre medições que deveriam realizar no módulo, identificação e propriedades, classificação de polígonos representados durante as etapas e no módulo final. Podemos ver uma mudança entre a situação didática 1(quadrado e retângulo) e situação didática 2 (paralelogramo e trapézio) ao observarmos o mesmo foco em ambas as perguntas de cada situação didática, sendo mais específica na 1ª sessão ao direcionarmos para que os alunos realizem separação por "pares de lados". Quando os alunos responderam a ficha de observação, encontramos a seguinte resposta do grupo A para a seguinte pergunta: Com relação ao paralelismo, existe lados paralelos nesse quadrado? Se sim, separe-os em pares.

Figura 2 – Pergunta 8 da ficha de observação – 1º momento

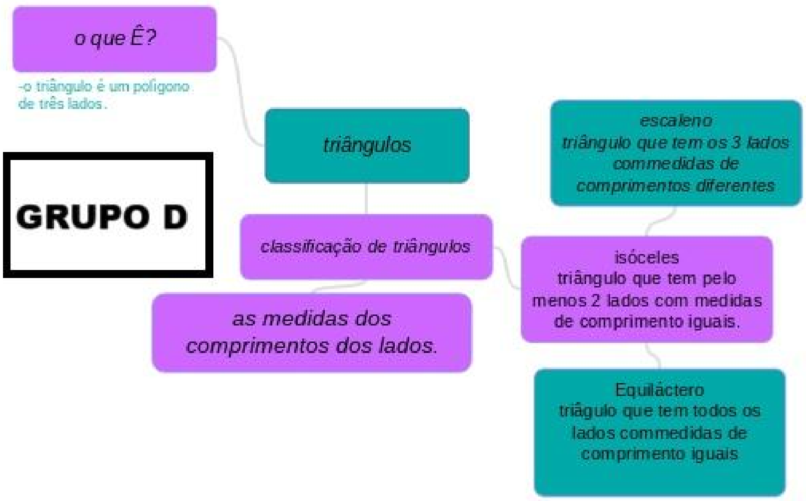


Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Segundo Novak (1999), os mapas conceituais funcionam como um "andaime" para a construção do conhecimento. Longe de serem apenas diagramas, eles são ferramentas poderosas projetadas para externalizar e visualizar a estrutura cognitiva de uma pessoa. Ao organizar os conceitos de forma hierárquica, iniciando com tópicos mais gerais e inclusivos no topo aos mais específicos e subordinados na base, os mapas conceituais ajudam tanto alunos quanto professores a negociar significados.

Para Novak (1999), essa estrutura hierárquica não é um detalhe, mas um reflexo direto de como o conhecimento é organizado em nosso cérebro. O uso dessa ferramenta, portanto, não apenas representa o conhecimento, mas também facilita a aprendizagem significativa, pois torna explícitas as novas conexões que estão sendo formadas entre os conceitos, promovendo uma compreensão mais profunda e integrada.

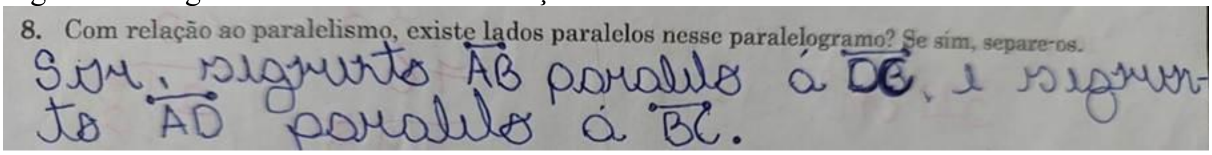
Figura 3 – Mapa conceitual construído pelos alunos no GeoGebra Notes



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Isso se confirma, com a resposta do grupo A para a mesma pergunta, onde foi aplicada após realização das construções geométricas com kit de geometria, encontramos a seguinte resposta.

Figura 4 – Pergunta 8 da ficha de observação – 2º momento



8. Com relação ao paralelismo, existe lados paralelos nesse paralelogramo? Se sim, separe-os.

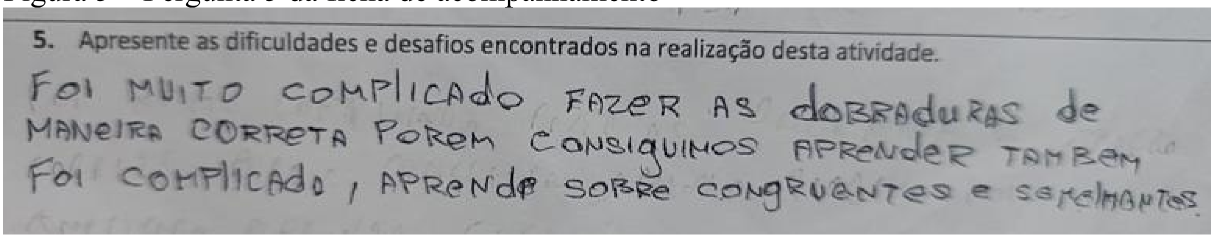
Sim, segmento $\overline{AB}$ paralelo à $\overline{DC}$, e segmento $\overline{AD}$ paralelo à $\overline{BC}$.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A leve mudança na pergunta, juntamente com a experiência adquirida pelos alunos, proporcionou uma mudança até na forma de responder, tendo assim uma “linguagem geométrica” mais elaborada.

Assim como outras atividades que apresentam dificuldades pela falta de experiência, isso não seria diferente ao realizar construções geométricas utilizando de dobraduras, onde a dificuldade em habilidade motora fina fica evidenciada com esse tipo de atividade, mas o trabalho em grupo, a observação, a concentração e o esforço garantem aos alunos grande satisfação ao montar o “quebra-cabeça” que cada participante do grupo contribuiu.

Figura 5 – Pergunta 5 da ficha de acompanhamento



5. Apresente as dificuldades e desafios encontrados na realização desta atividade.

FOI MUITO COMPLICADO FAZER AS DOBRADURAS DE MANEIRA CORRETA POREM CONSIGUIMOS APRENDER TAMBEM FOI COMPLICADO, APRENDO SOBRE CONGRUENTES E SEMELHANTES

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

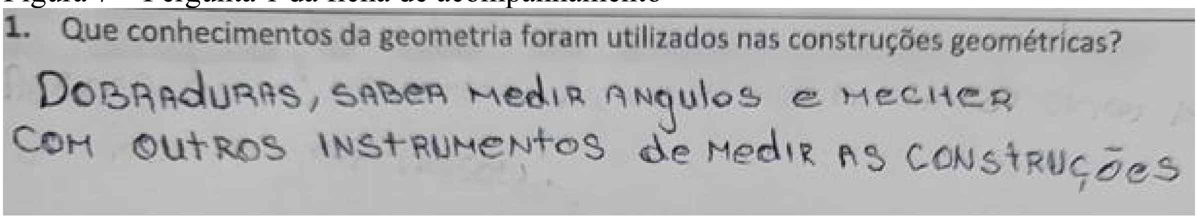
As dificuldades relatadas pelos estudantes estão principalmente relacionadas à compreensão inicial das instruções e à execução precisa das dobras. Muitos mencionaram a necessidade de tentar várias vezes ("desmontando e montando") até conseguir o resultado esperado. Isso sugere que a visualização espacial e a coordenação motora fina são desafios significativos nesse tipo de atividade.

Figura 6 – alunos realizando construções com dobraduras

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A persistência e ajuda coletiva proporcionaram ao grupo B finalizar a atividade, gerando observações relevantes ao comparar as peças de todos (módulo Sonobe) e citar sobre “congruentes e semelhantes”. Esse tipo de ação defendida por Lorenzato (2006), enfatiza a importância da passagem do tridimensional para o bidimensional e vice-versa como fundamental para o desenvolvimento do pensamento geométrico. Com isso, o aprendizado com uso dos instrumentos de medida se torna mais relevantes e aprimoram a forma de manusear os objetos.

Figura 7 – Pergunta 1 da ficha de acompanhamento



1. Que conhecimentos da geometria foram utilizados nas construções geométricas?

DOBRADURAS, SABER MEDIR ANGULOS E MECHER COM OUTROS INSTRUMENTOS DE MEDIR AS CONSTRUÇÕES

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Tanto as dificuldades em montar as peças, quanto identificar propriedades dos polígonos presentes no módulo Sonobe foram diminuindo com as trocas de informações e experiências geradas com tempo. Em uma das perguntas da entrevista sobre as dificuldades, tivemos a seguinte resposta de um participante do grupo A.

Resposta do grupo A: "Por causa que, se a gente prestasse muita atenção, a dobradura, já sabe, já era uma coisa que você podia entender só um olhar e fazer, e testar ao mesmo tempo."

Essa resposta demonstra o que os estudantes mencionaram que, com atenção e prática, a atividade se tornava mais fácil. A visualização direta e a possibilidade de testar imediatamente foram citadas como facilitadores do processo de aprendizagem.

Quanto aos processos compreensão de transformações que ocorrem ao realizar dobraduras, tivemos alguns avanços que foram perceptíveis durante a entrevista com os grupos. Quando indagados sobre o que ocorre com o papel para dobradura nos primeiros passos encontramos o seguinte:

> **Professor:** “Na primeira dobra realizada, o que você observa com a folha A4, a área da figura ela aumentou ou diminuiu?
> **Grupo A:** Diminuiu.
> **Grupo B:** Diminuiu.
> **Professor:** “E o perímetro? Contorno da figura?”
> **Grupo B:** “Diminuiu também, que cortou.’

Com base nessas respostas da entrevista, das fichas de observação e acompanhamento, foi possível perceber que os estudantes demonstraram alguma compreensão de como as transformações (dobras, cortes) afetam as propriedades das figuras, como área e perímetro. Isso sugere que alguns estão desenvolvendo aspectos do nível 2 de Van Hiele (Análise), onde começam a entender como as propriedades se relacionam com as transformações.

4.3.4 Percepção dos alunos quanto a aplicação da metodologia do kit geometria

O processo de construções geométricas com o uso do kit de geometria (régua, esquadros e transferidor) iniciou com uma retomada de utilizar cada ferramenta pedagógica, permitindo aos alunos realizarem construções simples e em grupo, com discussões e esclarecimentos de pontos mais citados. Dos descritores que envolvem o uso de régua, transferidor e esquadros para construir ou analisar as figuras planas quanto as medidas dos ângulos, soma dos ângulos internos, lados ou verificação quanto ao paralelismo, perpendicularidade, ampliação ou redução de figuras semelhantes, necessitam domínio do uso das ferramentas pedagógicas.

Figura 8 – Alunos realizando construções geométricas

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A dúvida em manusear o transferidor foi identificado nas informações contidas através do preenchimento das fichas de observação e acompanhamento, mas ficou mais evidenciado nas entrevistas. Segundo Lorenzato (2006), o uso de ferramentas de medições possibilita ao aluno desenvolver habilidades que são inerentes aos processos de resolução de problemas, tornando-os mais preparados para situações da vida cotidiana.

Professor: "As ferramentas, régua, transferidor e esquadros, são fáceis de usar?"

Respostas Grupo A:

A1 – "No começo só uma pessoa do grupo conseguiu usar esses materiais, as outras duas pessoas do grupo não, por causa que a gente nunca tinha usado a regra, a gente usava a regra só pra rabiscar, pra fazer um desenho, fazer um título uma coisa ou outra, mas a gente nunca tinha usado especificamente pra matemática. O transferidor eu não conseguia medir o ângulo, mas foi aprendendo e testando e a orientação do professor que eu consegui usar o transferidor e hoje em dia eu uso mais o transferidor do que a regra."

A3 – **"**No começo como ele já falou, apenas um podia dominar sobre o assunto das regras, do transferidor, mas nós fomos perguntando, tirando a resposta com ele, com o professor, aí eu não vou dizer que dominei, mas eu digo que eu aprendi bem mais do que eu já tinha em mente sobre o transferidor, a regra."

Respostas Grupo B:

B1 – "Não."

B2 – "Não."

B3 – "Não. Tive dificuldade de abordar o esquadro e o transferidor.

Respostas Grupo C:

C2 – “Não.

C3 – “Não”

C2 – “Muitas sim, outras não.”

C3 – “Acho que mais difícil é o transferidor.”

C2 – “É, o transferidor é o mais difícil.”

Respostas Grupo D:

D1 – “Não.”

D3 – “Não.

D1 – “É questão de tempo, né para aprender?”

D3 – “Segundamente, se der uma fase.”

D1 – “É.”

Diante das dificuldades em realizar as construções geométricas, mesmo tendo o manual de construção em pdf no Chromebook, foi necessário fazer uma intervenção mais profunda com relação ao manuseio do transferidor, régua e esquadros. Com isso, foi necessário acrescentar mais um encontro para aplicação das situações didáticas. Na entrevista, foi confirmado pelos sentimentos dos alunos ao serem questionados quanto a isso.

Professor: “Quais dificuldades você encontrou durante a realização dessa atividade?”

Grupo A: “Muitas assim, né, por causa que a gente tinha que saber o tipo da figura geométrica que era, e a gente tinha que pesquisar, tipo, pesquisar sim, no livro e nas matérias que já tinham sido dadas, o ângulo e a área, e era muito difícil, aquela pessoa que ficou encarregado de calcular isso, era mais difícil porque a pessoa não sabia calcular, mas depois que foi pedindo ajuda dos colegas e do professor, aí a gente foi mais desenvolvida ainda, por causa que agora a gente vê uma figura, nós já sabemos a metade do ângulo e qual é o ponto de área, porque tipo, se o ponto de área for 12 e o outro debaixo também é, aí só precisava acho que é dividir ou é multiplicar e já dava o ponto dos lados então tipo, antes não, a gente tinha que saber qual é a área que que divisão da figura geométrica era, porque tinha muitas questões que tinha isso que era, tinha que saber qual é a divisão então era mais difícil ainda então a gente ia se perdendo muito nessas coisas de figura geométrica.”

Grupo B:

B1: “Sim, em área, essas coisas.”

B2: “Grau, quando eu entendi muito.”

B3: “Eu também.”

Grupo C:

C1: “Por conta que na hora de ir ao transferidor, foi meio difícil. Quando ninguém não sabe os ângulos, os lados...”

Professor: Não estava acostumado a usar ele?

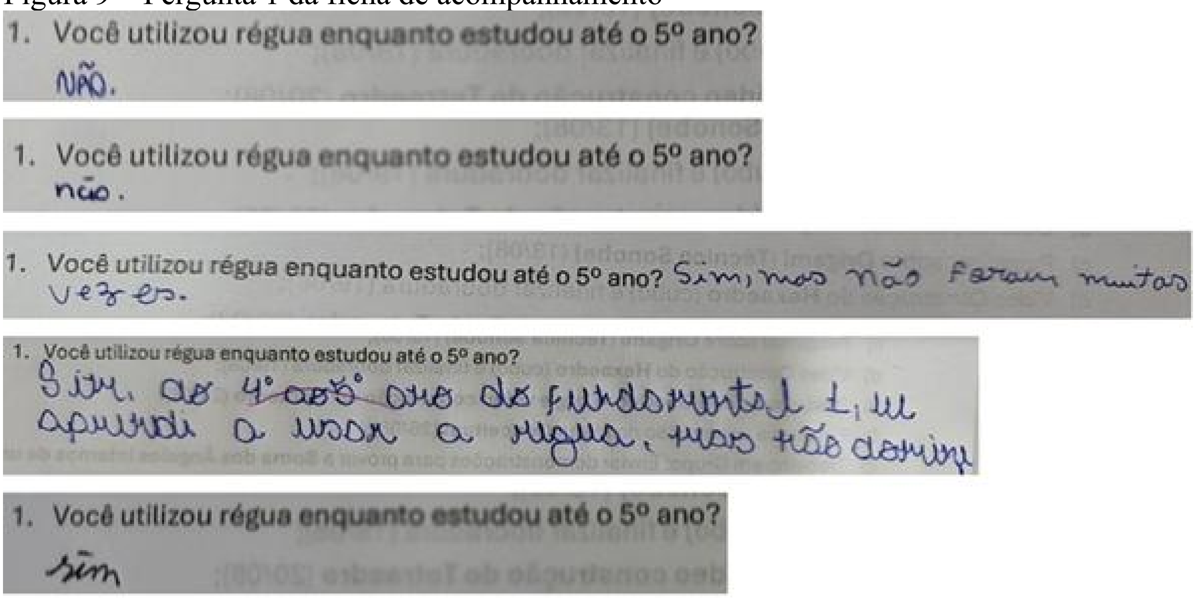
C1: “E nunca estava dando o restante o que a gente achava. Estava dando 90 graus.”

A dificuldade em manusear as ferramentas do kit de geometria foi comprovada, mas podemos verificar que com o tempo e o uso dessas ferramentas, os alunos obtiveram o domínio e a segurança necessária para resolver problemas que envolvem diretamente ou indiretamente o uso do kit de geometria. De acordo com DCRFor, o uso deve ser iniciado no 5º ano, que se refere a habilidade “EF05MA17 (Reconhecer, no mear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.”

Se faz necessário ressaltar que o uso de régua está presente nas habilidades contempladas no DCRFor de matemática, desde o 2º ano do fundamental, mas foi possível observar que os alunos ainda não possuem o domínio dessa ferramenta ao chegar no 6º ano. Dentre as ferramentas do kit de geometria, foi possível verificar que a régua é considerada a mais importante e ao serem indagados com uma pergunta na ficha de acompanhamento sobre o uso de régua, encontramos os seguintes resultados para a pergunta:

Professor: “Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano?”

Figura 9 – Pergunta 1 da ficha de acompanhamento


1. Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano?
NÃO.

1. Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano?
não.

1. Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano? Sim, mas não foram muitas vezes.

1. Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano?
Sim, ao 4º ano do fundamental I, eu aprendi a usar a régua, mas não domino

1. Você utilizou régua enquanto estudou até o 5º ano?
sim

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Tivemos ao todo 10 alunos que disseram sim além das imagens acima, mesmo assim, nas observações visuais durante a aplicação das atividades com as situações didáticas, que alguns alunos ainda possuem dificuldade no manuseio da régua. Segundo Moreira (2003), a aprendizagem se torna significativa quando apresentamos diferentes tipos de formas de representação e com isso se possível consolidar o que se está aprendendo.

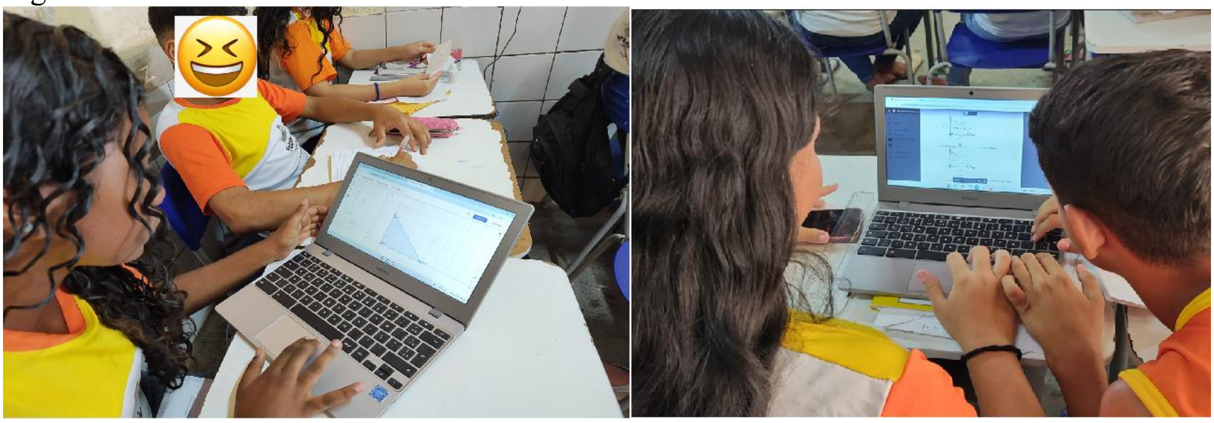
No DCRFor de matemática encontramos as seguintes orientações: "Planejar atividades para que os estudantes usem recursos analógicos, como régua, compasso, esquadro e transferidor, softwares, como o GeoGebra, e aplicativos para celular para desenharem polígonos e ampliarem a compreensão dos seus conceitos, de modo especial, quanto aos lados, vértices e ângulos" DCRFor de Matemática (2024, pg. 93 e 94). Essas orientações também estão presentes em outras habilidades: EF06MA22 (pg. 103 e 104); EF06MA27 (pg. 111); EF08MA15 (pg.137). Para Lorenzato (2006, pg. 49), o conceito de medir, perpassa pelo uso de diversos tipos de instrumentos, contemplando várias grandezas (tempo, massa, distância, calor) e isso constitui habilidades que preparam o aluno para entender melhor os elementos presentes no seu cotidiano e melhora sua capacidade de raciocínio.

4.3.5 Percepção dos alunos quanto a aplicação da metodologia do uso do GeoGebra

Esta etapa seguiu com o mesmo formato com 1 Chromebook por grupo, onde os alunos acessavam o manual de construção que estava no Classroom e com suporte do professor realizam as construções. Iniciou-se com construções de triângulos retângulos, onde era necessário o uso do plano cartesiano para ajudar na orientação e para que o vértice do ângulo reto fosse o cruzamento dois eixos ortogonais. Com isso, os lados dos triângulos ficaram apoiados sobre os eixos x e y, assim foram construídos triângulos retângulos isósceles e triângulos retângulos escalenos. Ao final os alunos eram orientados para mexer nos vértices e observar as mudanças.

Os outros triângulos seguiram etapas com apoio e sem apoio da malha e plano cartesiano. O objetivo sempre focado nas formas de construções e transformações que podem ocorrer. As construções dos quadriláteros seguiram o mesmo formato, mas diante de interferências externas e internas, foi necessário diminuir e acelerar esta etapa de construção com o GeoGebra.

Figura 10 – Alunos utilizando o GeoGebra



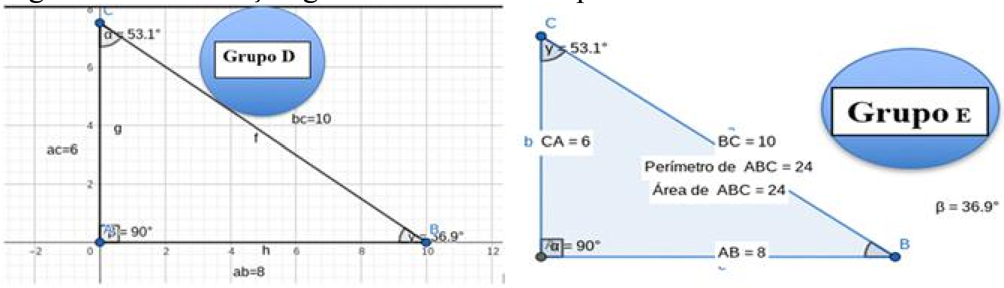
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Nas observações dos alunos quanto ao uso do Chromebook foram pertinentes e estavam em conformidade com o planejamento que antecedeu a aplicação da pesquisa. Quando indagados durante a entrevista encontramos nos seus discursos informações que corroboram com este sentimento, observe a pergunta.

> **Professor:** "Com relação ao GeoGebra, ao uso do GeoGebra, você conseguiu realizar as construções geométricas usando o GeoGebra?"
> **Grupo E:**
> **E1:** "A maioria, sim."
> **E2:** "Sim, mas também foi um pouco difícil."
> **Grupo D:**
> **D1:** "Consegui."
> **D2:** "E era até mais fácil, né, fazer por lá, porque tinha muito mais opção."
> **Grupo C:**
> **C1:** "Sim."
> **C2:** "Sim."
> **C3:** "Algumas"
> **Grupo B:**
> **B1:** "Sim, algumas."
> **B2:** "Sim."

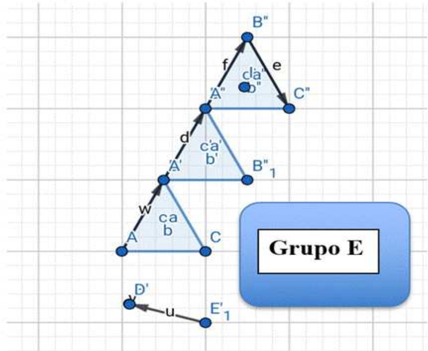
Com isso, foi possível trabalhar outra habilidade que consta na BNCC (2018) voltada aos alunos do 7º ano, no uso do software de geometria dinâmica GeoGebra. Sendo o seguinte descritor: (EF07MA21) Reconhecer e construir figuras obtidas por simetrias de translação, rotação e reflexão, usando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica e vincular esse estudo a representações planas de obras de arte, elementos arquitetônicos, entre outros.

Figura 11 – construção geométrica realizada pelos alunos no GeoGebra



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 12 – construção geométrica realizada pelos alunos no GeoGebra



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Assim, possibilitou diversas abordagens de construções e referenciais (pontos de vista e entendimento sobre o travamento do lado do polígono ao ser anexado nos eixos X e Y do GeoGebra), facilitando o entendimento sobre as alterações que era possível ser feita, melhorando assim, no desenvolvimento do processo de visualização e análise da construção geométrica. Ao finalizar a atividade, os alunos enviavam um print de cada construção no Classroom.

Nas observações durante a aplicação das situações didáticas e nas entrevistas, foi possível levantar dados relevantes quanto ao uso do GeoGebra e compará-lo com as outras construções realizadas anteriormente. Nesse ponto foi realizada a seguinte pergunta:

> **Professor:** "Quais recursos o GeoGebra pode oferecer em relação às dobraduras e o kit geometria?"
>
> **Grupo A:**

A2: "Eu achei mais simples no caso se eu fosse utilizar uma fazer uma dobradura, eu teria que ficar mexendo talvez eu amassasse errado dobrasse errado e poderia ficar mais porque a folha poderia ficar mais amassada, mas no GeoGebra não, tem a opção de se você errar retornar e se torna bem mais simples."

A1: "eu acho também que o GeoGebra ele é mais simples, por causa que tipo, todas as tudo que a gente aprendeu em dobraduras e geométrica tem no GeoGebra e principalmente nas ferramentas como eu tinha falado era só ligar uma reta com outra pronto formava uma figura e acabou."

Grupo B:

B1: "A mudança que a dobradura foi a feita pela mão. É isso? É? É o que é vejo."

B2: "Eu vejo também"

Grupo C:

C1: Como assim?

Professor: A dobradura, vocês precisavam dobrar usando as mãos, gerando os objetos e seguindo passo a passo. O kit de geometria também, né? O que ele tem de vantagem e desvantagem?

C2: A vantagem dele é que a gente conseguiu fazer isso pelo dedo.

C1: "A gente conseguia também visualizar como girava, rodava o outro."

C2: "Era mais fácil."

C3: "Era mais fácil."

C2: "Do que fazer na mão, assim em pé."

C3: "Era mais fácil descobrir os ângulos."

Grupo D:

D1: "As mudanças é que quando vai usar os equipamentos manual, se torna mais difícil e o GeoGebra se torna mais fácil, porque tem... Você tem as opções lá para...Que é só clicar, fazer um desenho, fica mais fácil. Manusear é mais difícil."

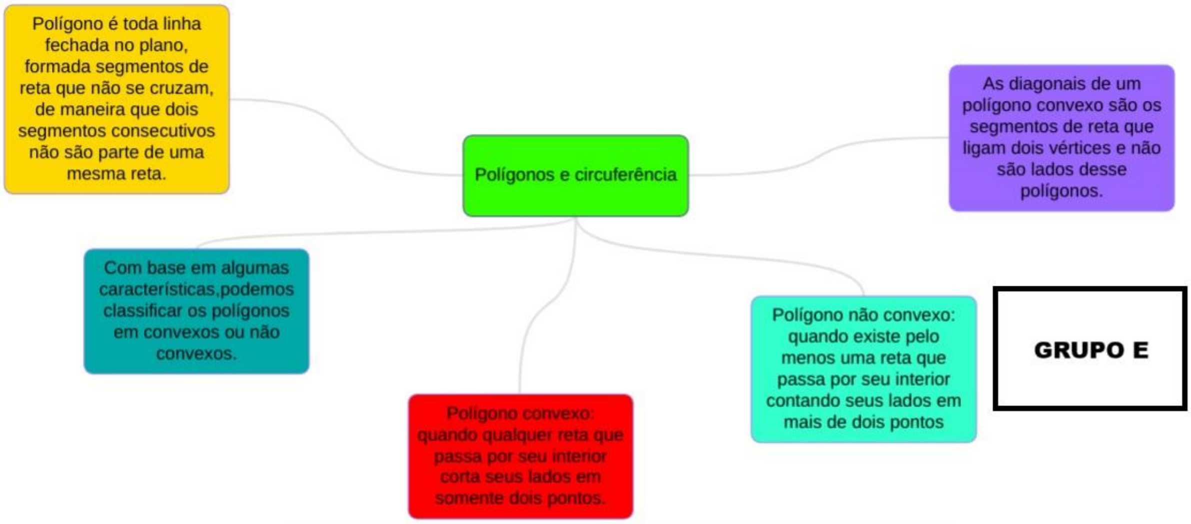
Grupo E:

E1: "No GeoGebra, à medida que, vamos supor que a gente tem uma dificuldade a mais em formar ali as figuras e tal, por conta que tem que seguir passo a passo, já que o kit de geometria é um pouco mais fácil."

E2: "Porque a gente mede e tal, a gente tá lá mexendo nele."
E1: "A gente mede e na dobradura também é mais de tudo, porque a gente sabe em que momento a gente tem que "droba", se o professor ensina..."
E2: "A gente tá dobrando no momento real, sabe, o tempo real. É diferente."
E1: "Já no GeoGebra é um pouco mais dificultoso, tem que mexer muita ferramenta, seguir muito passo a passo."
Professor: "E seguindo assim, a apostila, mesmo assim foi difícil, usando lá passo a passo a apostila?"
E1: "Mais ou menos"
E2: "Mas com a apostila foi até mais fácil de saber o que tem que fazer, mas o problema é a ferramenta. Se estressava, nós as vezes não ia."
Professor: "Se vocês tivessem usado mais o GeoGebra anteriormente, vocês acham que seria mais fácil?"
E1: "Talvez."
E2: "Sim."

Conforme apontam Moreira (2012) e Novak (1999), os mapas conceituais promovem uma aprendizagem significativa ao permitir que os alunos relacionem novos conhecimentos com saberes anteriores por meio de questionamentos e organização de ideias. Essa prática também estimula o diálogo entre os pares e a construção coletiva do conhecimento. A seguir, veja exemplos de mapas produzidos.

Figura 13 – Mapa conceitual construído pelos alunos no GeoGebra Notes



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 14 – Mapa conceitual construído pelos alunos no GeoGebra Notes

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Com base no recorte de informações retiradas das fichas de observação e de acompanhamento, nas respostas das entrevistas por grupo e nas observações feitas pelo professor em sala durante a aplicação das situações didáticas, se faz necessário trazer algumas reflexões com base nas teorias van Hiele, Ausubel e nos estudos de Lorenzato e D'Ambrosio.

Essas respostas ao serem analisadas à luz de Ausubel (2003), percebemos que a aprendizagem significativa ocorre quando novos conteúdos são ancorados em conceitos prévios relevantes. As atividades propostas e as falas dos estudantes demonstram essa ancoragem: Ao comparar dobradura, kit de geometria e GeoGebra, os alunos estabeleceram relações entre experiências concretas e virtuais, promovendo subsunçores para novos conceitos. Ex.: *"Tudo que a gente aprendeu em dobraduras e geométrica tem no GeoGebra"*. Essa declaração evidencia o uso de conhecimentos prévios como base para novos significados, caracterizando aprendizagem significativa. Quanto a dificuldade relatada com as ferramentas digitais se justifica, segundo Ausubel, pela necessidade de familiarização prévia com o recurso.

Quanto as situações de construção geométrica no GeoGebra com apoio do plano cartesiano e depois sem ele, além de manipulação de vértices para observar transformações nas figuras, van Hiele (2009) descreve que esse tipo de atividade dialoga diretamente com a progressão pelos níveis de pensamento geométrico, sendo que no nível 1 (visualização), os alunos identificaram figuras pelos seus aspectos globais, como visto nas falas sobre a facilidade de visualizar no GeoGebra a figura "girando, rodando". No que se refere ao realizar construções e manipular propriedades geométricas, foi verificado indícios do nível 2 (análise), pois os estudantes reconhecem características como ângulos e lados a partir da exploração no ambiente digital.

Sobre as discussões sobre as vantagens do GeoGebra em relação aos recursos manuais (kit de geometria e dobradura) e percebemos que as propriedades e relações geométricas envolvidas, possuem uma aproximação do nível 3 (dedução informal), pois começam a perceber inter-relações e justificativas para as transformações. Na entrevista evidencia essa transição. Ex.: *"Era mais fácil descobrir os ângulos"*, ou *"A gente conseguia também visualizar como girava"* indicam o desenvolvimento de habilidades que vão além da simples visualização.

Pela ótica de Lorenzato (2006), o uso de materiais concretos e digitais como estratégias complementares no ensino de matemática, valorizando a experimentação e a construção ativa do conhecimento. Essa concepção está presente nas observações dos estudantes: Ex.: *"A dobradura foi feita pela mão... mas no GeoGebra era mais fácil descobrir os ângulos"*, isso sinaliza que a alternância entre diferentes meios (concreto e virtual) amplia a compreensão geométrica. Ele também ressalta a importância da experiência sensorial para a construção conceitual, e os dados mostram que, mesmo considerando o GeoGebra mais simples para algumas tarefas, os estudantes reconhecem a importância do fazer manual: *"Na dobradura também é mais de tudo, porque a gente sabe em que momento a gente tem que dobrar"*.

Para fechar a análise das percepções dos alunos sobre construções geométricas com o uso do GeoGebra, conectamos as informações com os estudos de D'Ambrosio (2002) sobre Etnomatemática e Contexto Cultural, onde ele propõe que a matemática escolar deve dialogar com diferentes saberes e práticas culturais, incluindo o uso de tecnologias e a valorização de estratégias manuais tradicionais.

Na visão de D'Ambrosio (2008), as atividades com dobraduras e kit de geometria, associadas ao GeoGebra, refletem esse princípio ao permitir que os alunos reconheçam as vantagens e limitações de cada recurso, o professor promove a inclusão de diferentes formas de fazer matemática, considerando o contexto social e cultural dos estudantes. Ex.: *"Na dobradura, vocês precisavam dobrar a mão… no GeoGebra tem as opções lá para… só clicar, fazer um desenho"*. Essa comparação demonstra o contato com diferentes registros de representação e formas de construção geométrica.

Para finalizar a análise das percepções dos alunos, reforçamos que a proposta oferecida aos alunos sobre o uso do GeoGebra, para realizar construções geométricas, comparar suas facilidades e desvantagens, com construções geométricas com dobraduras e kit de geometria, ficando evidenciado um percurso didático coerente com os pressupostos de van Hiele e Ausubel. Segundo essas teorias, verificamos que ao promover atividades que transitam da visualização à análise, elas possibilitam a aprendizagem significativa por meio da articulação entre conhecimento prévio e novas experiências.

Pelas lentes de Lorenzato (2006), a experiência combinada entre concreto e virtual valoriza a manipulação ativa e sensorial, enquanto D'Ambrosio (2008) reforça a importância de integrar diferentes saberes e linguagens matemáticas, reconhecendo o GeoGebra como mais um ambiente de aprendizagem inserido na cultura digital dos estudantes

4.4 Discussão dos dados

Em primeiro lugar destacamos que as informações contidas a seguir tem como objetivo principal, analisar comparativamente o desempenho dos estudantes participantes em relação a descritores de geometria, a partir de dados coletados no pré-teste (avaliação diagnóstica) e no pós-teste. Esta análise buscou não apenas quantificar a evolução da aprendizagem, mas também compreender as possíveis causas para os avanços e dificuldades observadas, fundamentando-se em referenciais teóricos consolidados sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico e a aprendizagem significativa.

A compreensão aprofundada do desempenho dos alunos é crucial para o planejamento de intervenções pedagógicas mais eficazes, que promovam uma aprendizagem matemática sólida e duradoura. Os documentos base para esta análise incluem os resultados percentuais de acerto em cada questão das avaliações mencionadas, bem como os referenciais teóricos de autores como van Hiele, Lorenzato e D'Ambrosio, que discutem, respectivamente, o ensino da matemática no ensino fundamental com foco no desenvolvimento do pensamento geométrico e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Pensando nisso, a metodologia adotada para a elaboração desta análise de conteúdo combina abordagens quantitativas e qualitativas embasadas nos estudos de Bardin (2016), visando uma análise abrangente e aprofundada do desempenho dos estudantes. Inicialmente, foi realizada a extração e consolidação dos dados percentuais de acerto para cada descritor avaliado, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Essa etapa permitiu a identificação de variações no desempenho, destacando os descritores com maior e menor evolução, bem como aqueles que apresentaram queda no rendimento.

Posteriormente, procedeu-se a uma análise qualitativa, buscando interpretar os resultados à luz dos referenciais teóricos sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico, com ênfase nos níveis de van Hiele, e da teoria da aprendizagem significativa.

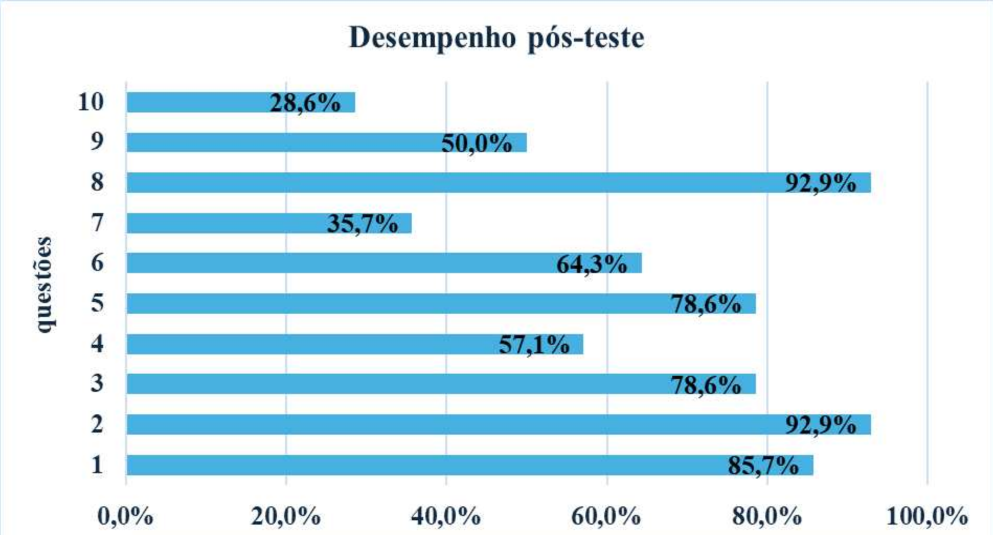
É verdade que na perspectiva de van de Hiele (2009) sobre o ensino da geometria, onde é caracterizado a importância de atividades exploratórias e a progressão através dos níveis de pensamento geométrico, pois serve como um pilar para entender as dificuldades e os avanços dos alunos.

Complementarmente, a teoria da aprendizagem significativa, conforme discutida por Moreira (2012), que postula que a aprendizagem ocorre quando a nova informação se conecta de forma substantiva e não arbitrária a conhecimentos prévios relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, é utilizada para analisar como os conceitos geométricos foram ou não assimilados de forma significativa pelos estudantes.

O relatório se estrutura na apresentação da análise de cada descritor, integrando os dados quantitativos com discussões qualitativas e fundamentação teórica, utilizando citações indiretas para referenciar os autores. O foco principal recai sobre a compreensão do desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos e como as estratégias de ensino podem ter influenciado os resultados observados. A linguagem utilizada busca ser acessível, sem prescindir do rigor conceitual necessário a uma análise acadêmica.

A conexão das aprendizagens novas geradas com a participação dos alunos nas situações didáticas, juntamente com aprendizagens que eles já possuíam nas suas respectivas vivências diária, se constituiu nos subsunçores que foram características pertinentes e que os estudos de Ausubel (2003) demonstraram que a aprendizagem se tornou relevante e duradouro, gerando assim, uma aprendizagem significativa.

Gráfico 3 – Desempenho pós-teste



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Série1	85,7%	92,9%	78,6%	57,1%	78,6%	64,3%	35,7%	92,9%	50,0%	28,6%

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Comparando os dados do pré-teste e pós-teste, podemos observar um avanço significativo nas questões 1, 2 e 8; avanço moderado nas questões 4, 5, 6, 9 e 10; sem avanço na questão 3 e retrocesso na questão 7.

Agora, precisamos abordar cada questão e analisar as mudanças diante dos processos metodológicos (Ambrosio, Lorenzato e Novak) e “ferramentas pedagógicas” (dobraduras, kit de geometria e GeoGebra).

c) **Questão 1** (**descritor:** Identificar no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação)

A abordagem de atividades práticas e do uso de materiais manipuláveis no ensino da geometria, possibilitou um avanço significativo em diversos descritores abordados no pós-teste. Segundo Lorenzato (2006), esse é um caminho utilizado para construir uma compreensão mais sólida desses conceitos, permitindo que os alunos vivenciem as transformações antes de formalizá-las no plano cartesiano.

Diante dessa perspectiva foi utilizado:

a) Construção de poliedros de Platão (Tetraedro e o Hexaedro regular) através de dobradura, que ao realizar as etapas de dobradura de construção do módulo

Sonobe, foi necessário que alunos efetuassem giro na peça algumas vezes para facilitar a execução do vinco, e, manter a qualidade da confecção da peça. Essa etapa era muito importante e se fez necessária repetir a explicação das etapas, pois proporciona ao aluno trabalhar a lateralidade com o uso da mão e utilizar as isometrias presentes ao trabalhar a simetrias de reflexão, translação e rotacional.

b) Construções geométricas com kit de geometria, onde foi necessário realizar a movimentação das folhas ofício (girar, transladar e rotacionar os instrumentos e o papel).

c) Uso do GeoGebra para realizar diversas construções geométricas, com foco nas transformações geométricas (reflexão, translação e rotação). Essas construções necessitavam em momentos distintos, serem amparadas ou não, nos eixos X e Y do plano cartesiano do GeoGebra, como também, utilizar da malha quadriculada do GeoGebra para auxiliar na visualização do polígono pelos alunos.

Comparando o pré-teste e o pós-teste, verificamos que no pré-teste o desempenho médio dos estudantes para o descritor da questão foi de 14.2%, considerando as questões 1 (7.1%) e 10 (21.4%). Após a intervenção pedagógica, observou-se um avanço considerável, com o desempenho médio no pós-teste atingindo 57.2%, resultado das performances na questão1 (85.7%) e questão 10 (28.6%).

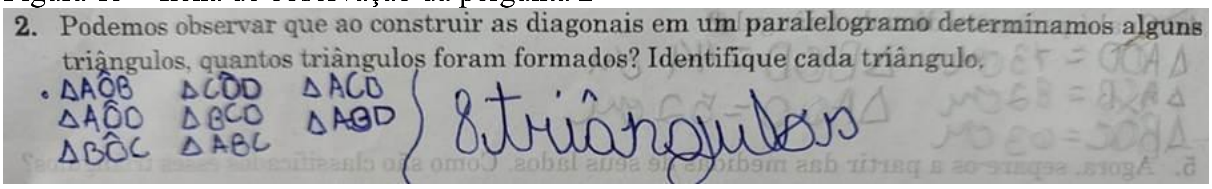
Isso representa uma melhora de 42.9 pontos percentuais. Este progresso sugere que os estudantes desenvolveram uma melhor compreensão das transformações geométricas no plano cartesiano. Para van Hiele (2009), o trabalho com transformações geométricas é fundamental para o desenvolvimento do pensamento espacial e pode ser explorado desde os níveis iniciais do modelo de van Hiele, começando pela visualização dos movimentos e progredindo para a análise de suas propriedades.

A melhora observada pode indicar que os alunos transitaram de um reconhecimento puramente visual para uma compreensão mais analítica das características de cada transformação. Para que essa aprendizagem seja significativa, como preconiza Moreira (2012), é essencial que os alunos não apenas memorizem os movimentos, mas compreendam as regras e propriedades que definem a reflexão, a translação e a rotação, conectando esses novos conhecimentos com suas concepções espaciais prévias.

a) **Questão 2 (descritor:** Relacionar o número de vértices, faces ou arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base)

Para trabalhar o descritor presente na questão 2, foi direcionado nas fichas de observação das construções geométricas com dobraduras, kit de geometria e GeoGebra, perguntas sobre identificação de lados, diagonais, formação de triângulos e anotação dos vértices das construções geométricas nas dobraduras (módulo Sonobe), nas construções com kit de geometria e no GeoGebra, sendo que as vezes é necessário fazer o rearranjo da letra que representa o vértice no GeoGebra. Abaixo podemos observar como o grupo A identificou os triângulos ao traçar as diagonais no módulo Sonobe.

Figura 15 – ficha de observação da pergunta 2



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O descritor na questão apresentou um dos avanços mais expressivos. O desempenho inicial no pré-teste foi de 35.7%. No pós-teste, o índice de acerto para a questão correspondente na questão 2 saltou para 92.9%, configurando uma variação positiva de 57.2 pontos percentuais. Este resultado indica uma melhora substancial na capacidade dos alunos de identificar e relacionar os elementos constitutivos de sólidos geométricos como prismas e pirâmides, a partir da compreensão de seus polígonos da base.

Esta habilidade está alinhada com o desenvolvimento do pensamento geométrico, especificamente na transição do nível de visualização para o nível de análise do modelo de van Hiele, onde os estudantes começam a reconhecer e caracterizar as figuras por suas propriedades. A exploração de modelos tridimensionais e a contagem sistemática de faces, vértices e arestas, como sugerido por van Hiele (2009), podem ter contribuído para essa evolução. Uma aprendizagem significativa deste conteúdo implica que os alunos consigam estabelecer relações lógicas entre o polígono da base e a estrutura do sólido, e não apenas memorizar fórmulas ou contagens isoladas.

a) **Questão 3 (descritor:** Relacionar objetos tridimensionais às suas planificações ou vistas)

Para o descritor dessa questão, o desempenho dos estudantes permaneceu estável, com 78.6% de acertos tanto no pré-teste quanto no pós-teste. A ausência de variação, embora em um patamar de acerto relativamente alto, sugere que as estratégias de ensino empregadas podem não ter promovido novos avanços ou que os alunos já possuíam um bom domínio inicial sobre a relação entre objetos tridimensionais e suas representações bidimensionais (planificações e vistas).

A habilidade de visualização espacial é central para este descritor, onde van Hiele (2009) destaca a importância de atividades práticas que envolvam a construção e desconstrução de sólidos a partir de suas planificações. A estabilidade no desempenho pode indicar que, para uma parcela dos alunos, o conhecimento prévio já era significativo e bem ancorado, enquanto para outros, as dificuldades iniciais podem ter persistido. Seria relevante investigar se as atividades propostas foram suficientemente desafiadoras para promover uma diferenciação progressiva dos subsunçores existentes, conforme a teoria da aprendizagem significativa (Moreira, 2012).

a) **Questão 4** (**descritor**: Classificar polígonos em regulares e não regulares)

O desempenho no descritor mostrou uma melhora de 28.5 pontos percentuais. No pré-teste, o índice de acerto foi de 28.6%, enquanto no pós-teste alcançou 57.1%. Este avanço indica que os alunos desenvolveram uma melhor compreensão dos critérios que definem um polígono regular (lados e ângulos congruentes).

A classificação de figuras geométricas é uma habilidade importante no nível de análise do modelo de van Hiele, onde os alunos começam a identificar as propriedades das figuras e a usá-las para agrupá-las. Para que a aprendizagem seja significativa, é crucial que os alunos compreendam o porquê dessas classificações, relacionando as definições com exemplos e contraexemplos visuais e concretos, como propõe van Hiele (2009).

a) **Questão 5** (**descritor:** Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinação da medida de um ângulo interno ou externo).

No descritor da questão 5, houve uma melhora de 14.3 pontos percentuais. O desempenho inicial foi de 64.3% no pré-teste, passando para 78.6% no pós-teste. Este progresso, embora positivo, é mais modesto em comparação com outros descritores. O estudo dos triângulos é um campo rico para o desenvolvimento do pensamento geométrico, envolvendo conceitos como a condição de existência, a relação entre lados e ângulos opostos, e a soma dos ângulos internos.

Nos estudos de van Hiele (2009), onde ele sugere que atividades investigativas para que os alunos descubram essas propriedades. Uma aprendizagem significativa desses conceitos requer que os alunos não apenas memorizem as propriedades, mas que compreendam suas interconexões e saibam aplicá-las na resolução de problemas.

A melhora pode indicar uma maior familiaridade com algumas dessas propriedades, mas a complexidade do tema pode demandar um tempo maior para a consolidação de uma aprendizagem plenamente significativa para todos os estudantes.

a) **Questão 6** (**descritor:** Classificar triângulos ou quadriláteros em relação aos lados ou aos ângulos internos)

Semelhante a questão 5, o desempenho no descritor dessa questão também apresentou uma melhora de 14.3 pontos percentuais. O índice de acertos passou de 50.0% no pré-teste para 64.3% no pós-teste. A classificação de figuras geométricas com base em suas propriedades (lados e ângulos) é uma habilidade central no nível de análise do modelo de van Hiele.

O avanço sugere que os alunos estão começando a identificar e utilizar essas propriedades de forma mais consistente. No entanto, a complexidade e a variedade de triângulos e quadriláteros podem apresentar desafios. Para uma aprendizagem significativa, é importante que os alunos explorem as relações hierárquicas entre as diferentes classes de figuras (por exemplo, um quadrado é também um retângulo e um losango), o que corresponde a um nível de pensamento mais abstrato, o de dedução informal, segundo van Hiele (2009).

a) **Questão 7 (descritor:** Identificar retas ou segmentos de retas concorrentes, paralelos ou perpendiculares)

O descritor apresentou uma queda preocupante no desempenho, com uma variação negativa de 28.6 pontos percentuais. No pré-teste, 64.3% dos alunos demonstraram domínio do descritor, enquanto no pós-teste, esse índice caiu para 35.7%. Este resultado merece atenção especial. A identificação de relações entre retas (paralelismo, perpendicularidade, concorrência) é um conceito fundamental da geometria.

A regressão no desempenho pode indicar que a aprendizagem inicial foi mecânica e não se consolidou de forma significativa. Segundo Moreira (2012), se o novo conhecimento não for ancorado de forma substantiva e não arbitrária em conhecimentos prévios relevantes, ele tende a ser esquecido ou confundido.

No que se refere aos estudos de van de Hiele (2009), trazemos seu olhar, onde ele enfatiza a importância de explorar essas relações em diversos contextos e com o uso de materiais manipuláveis para construir uma compreensão sólida. É possível que as atividades do pós-teste tenham apresentado um nível de complexidade ou uma contextualização diferente que dificultou a aplicação do conhecimento que os alunos julgavam possuir.

a) **Questão 8 (descritor:** Resolver problemas que envolvam relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, ângulos internos ou externos de polígonos ou cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz) de polígonos.

Em contraste com o descritor da questão 7, o desempenho em relação ao descritor da questão 8 demonstrou um avanço notável de 57.2 pontos percentuais. O desempenho saltou de 35.7% no pré-teste para 92.9% no pós-teste. Este descritor envolve a aplicação de relações angulares em contextos mais complexos, como retas paralelas cortadas por transversal e propriedades de polígonos.

O excelente desempenho no pós-teste sugere que a intervenção pedagógica foi particularmente eficaz para este tópico. A capacidade de resolver problemas envolvendo essas relações angulares indica um desenvolvimento do pensamento geométrico em direção aos níveis de análise e dedução informal de van Hiele.

Uma aprendizagem significativa aqui implica a compreensão das relações lógicas entre os ângulos e a capacidade de aplicar esses conhecimentos na resolução de problemas variados, e não apenas a memorização de tipos de ângulos (alternos internos, correspondentes etc.).

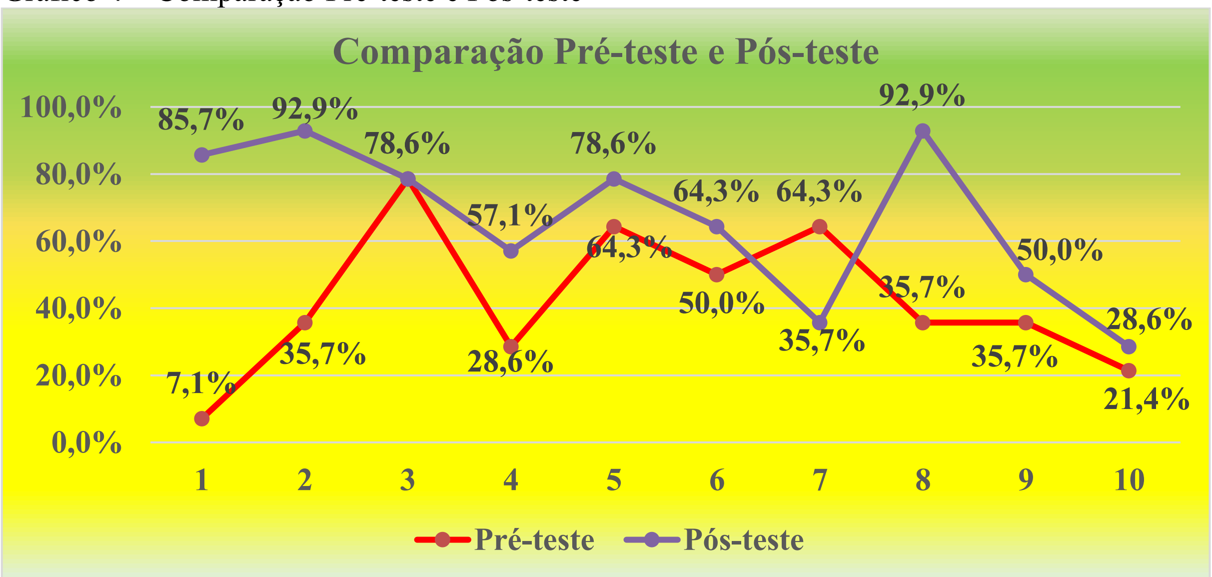
a) **Questão 9** (**descritor:** Resolver problemas que envolvam polígonos semelhantes)

Por fim, o desempenho no descritor da questão 9, apresentou uma melhora de 14.3 pontos percentuais. O índice de acertos passou de 35.7% no pré-teste para 50.0% no pós-teste. A semelhança de polígonos é um conceito que envolve proporcionalidade e a conservação da forma, sendo fundamental para diversas aplicações da geometria. O avanço, embora positivo, indica que metade dos alunos ainda apresenta dificuldades com este tema.

O desenvolvimento do raciocínio proporcional, essencial para a compreensão da semelhança, é um processo gradual (van Hiele, 2009). Para uma aprendizagem significativa, os alunos precisam ir além da aplicação mecânica de regras de três, compreendendo a relação entre os lados correspondentes e a manutenção das medidas dos ângulos.

Agora que finalizamos a análise do pós-teste, vamos consolidar essas informações comparativas no gráfico a seguir, onde podemos observar o desempenho dos alunos participantes no pré-teste e pós-teste.

Gráfico 4 – Comparação Pré-teste e Pós-teste



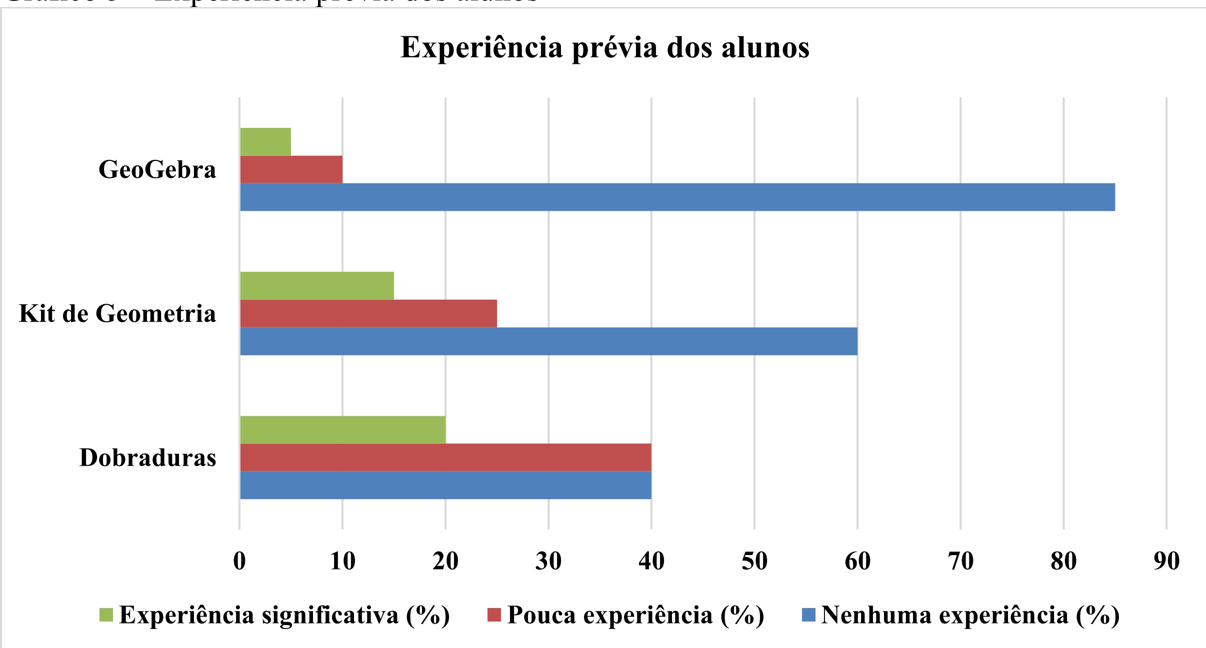
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Podemos observar o aumento significativo no desempenho nos descritores avaliados, com exceção na questão 7 onde ocorreu uma regressão no índice de acertos, mas foi possível verificar a progressão expressiva nos níveis de pensamento geométrico, proporcionando maior engajamento e motivação dos alunos nas aulas de geometria e evidências de aprendizagem significativa, com conexão entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos.

Com base na relação das informações coletadas nas entrevistas, foi possível sintetizar em tabelas e gráficos e assim, realizamos algumas observações com base na Análise de Dados de Bardin (2016). Também, discorrer sobre o que conectam com as teorias de Ausubel, Novak, van Hiele e os estudos de Lorenzato (2006) e D'Ambrosio (2002 e 2008).

Recordando que os alunos foram organizados em grupos de 3 participantes, buscando equilibrar os níveis de conhecimento prévio e habilidades, para promover a colaboração e a troca de experiências durante as atividades, se fez necessário realizar um levantamento inicial tendo como objetivo em conhecer sobre a experiência dos alunos com os recursos utilizados na pesquisa. Assim, obtivemos as informações sobre a experiência de cada aluno sobre as ferramentas pedagógicas utilizadas.

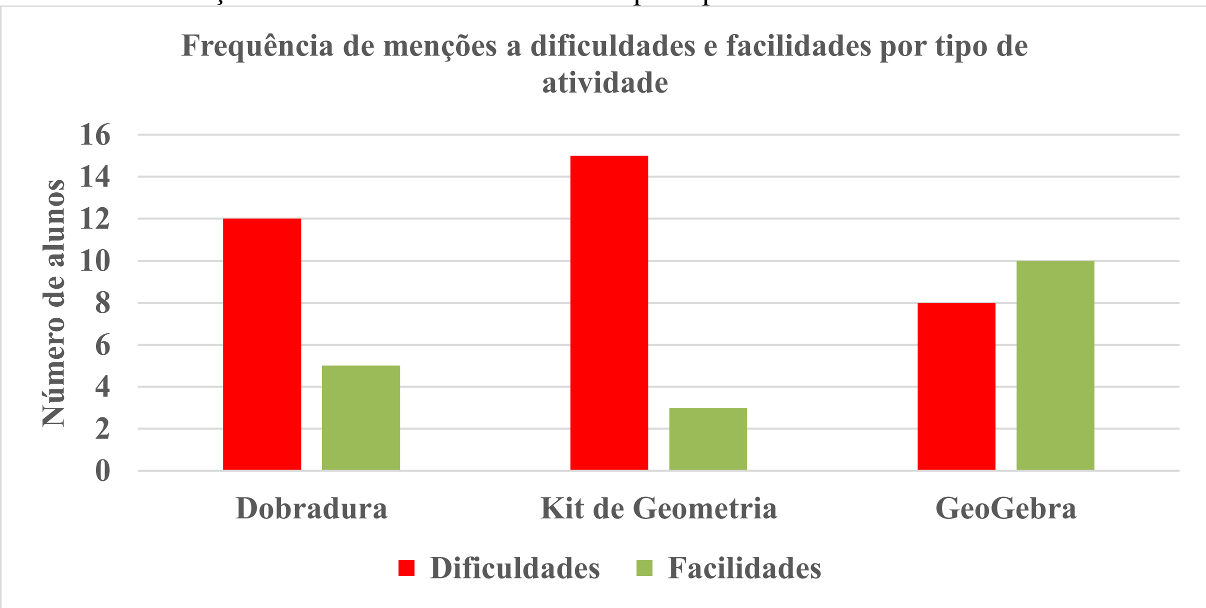
Gráfico 5 – Experiência prévia dos alunos



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Nas perguntas que tratavam das dificuldades e facilidades das atividades das situações didáticas encontramos informações relevantes. Alguns alunos divergiam em suas opiniões em algumas atividades, respondendo que elas continham facilidades e dificuldades em alguns pontos. Sendo assim, foi considerado as duas respostas e com isso, o total de resposta sofreu alterações em relação ao número de participantes.

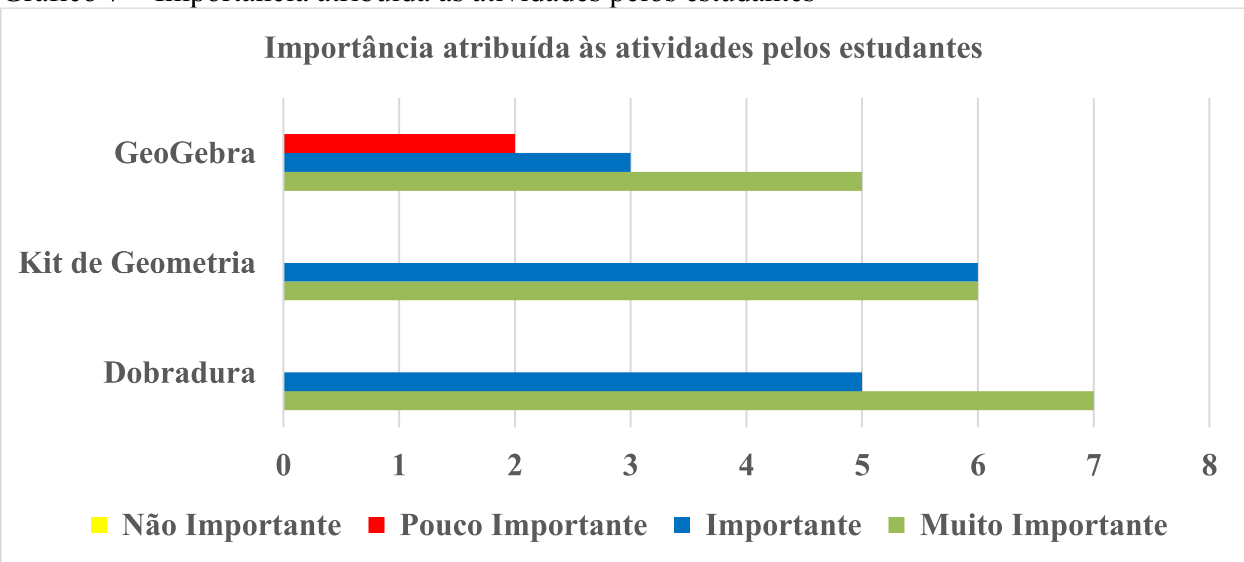
Gráfico 6 – Menções a dificuldades e facilidades por tipo de atividade



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Quanto as perguntas que tratavam da importância das atividades das situações didáticas, encontramos informações relevantes e situações inusitadas, pois alguns alunos não sabiam opinar. Diante disso, o gráfico apresenta somente as respostas dos alunos que opinaram.

Gráfico 7 – Importância atribuída às atividades pelos estudantes



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Sobre os tipos atividades e conectando com a teoria de van Hiele, sintetizamos nas informações que na tabela abaixo.

Tabela 5 – Tipo de atividade e progresso nos níveis de van Hiele

Tipo de Atividade	Contribuição para Nível 1→2	Contribuição para Nível 2→3
Dobradura	Alta	Média
Kit de Geometria	Média	Alta
GeoGebra	Alta	Alta

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

As informações que caracterizadas com foco na aprendizagem significativa, ficou constituída da seguinte forma:

Tabela 6 – Aprendizagem significativa nas falas dos estudantes

Indicador de Aprendizagem Significativa	Número de Ocorrências	Porcentagem
Conexão com conhecimentos prévios	14	23%
Aplicação prática/ cotidiana	12	20%
Motivação intrínseca	9	15%
Metacognição	8	13%
Elaboração verbal	7	12%
Resolução de problemas	6	10%
Transferência de aprendizagem	4	7%
Total	**60**	**100%**

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A análise das entrevistas com os cinco grupos de estudantes permitiu identificar como as atividades de dobradura, construções geométricas com kit de geometria e uso do GeoGebra contribuem para o desenvolvimento do pensamento geométrico e para a aprendizagem significativa. As principais conclusões são:

a) **Níveis de Van Hiele:** A maioria dos estudantes (75%) encontra-se no Nível 1 (Visualização) ou na transição para o Nível 2 (Análise), com apenas 25% no Nível 2 ou acima. Isso indica que o pensamento geométrico ainda está em desenvolvimento inicial, com foco na identificação visual de formas e início da compreensão de propriedades.

b) **Aprendizagem Significativa**: Há evidências significativas de aprendizagem significativa segundo Ausubel, especialmente nas dimensões de conexão com conhecimentos prévios (23%) e percepção de aplicação prática (20%). Isso sugere que as atividades conseguiram ancorar novos conhecimentos em estruturas cognitivas existentes e demonstrar relevância para os estudantes.

c) **Complementaridade das Abordagens:** As três abordagens pedagógicas mostraram-se complementares, com diferentes contribuições para o desenvolvimento do pensamento geométrico:

a) **Dobraduras:** Proporcionaram experiências concretas, facilitando a visualização espacial e a intuição geométrica.

b) **Kit de Geometria:** Permitiu a formalização, precisão e medição, consolidando o Nível 2 de Van Hiele.

c) **GeoGebra**: Facilitou a visualização dinâmica e a exploração interativa, contribuindo para múltiplos níveis de Van Hiele.

d) **Trabalho Colaborativo:** O trabalho em grupo emergiu como um componente importante da experiência de aprendizagem, facilitando a superação de dificuldades e a construção social do conhecimento. Os estudantes desenvolveram estratégias de colaboração como divisão de tarefas, compartilhamento de conhecimentos e apoio mútuo.

e) **Dificuldades e Facilidades:** Cada abordagem apresentou diferentes padrões de dificuldades e facilidades. O GeoGebra foi percebido como mais fácil após a adaptação inicial, enquanto o kit de geometria gerou mais menções a dificuldades, principalmente relacionadas ao uso do transferidor.

f) **Importância Percebida**: Todas as abordagens foram consideradas importantes ou muito importantes pela maioria dos estudantes, com ligeira preferência pelas atividades de dobradura em termos de importância percebida.

Progressão da Aprendizagem: A sequência das três abordagens parece ter favorecido uma progressão na aprendizagem, do concreto para o abstrato, alinhando-se com os níveis de Van Hiele e facilitando a aprendizagem significativa segundo Ausubel.

Com base nos resultados, algumas implicações pedagógicas podem e devem ser destacadas, pois proporcionam melhora na participação e desempenho dos alunos, favorecendo conexão entre mecanismos utilizados nas construções geométricas com dobraduras, kit de geometria e GeoGebra. Assim, destacamos:

a) **Integração de Abordagens:** A integração das três abordagens (dobradura, kit de geometria e GeoGebra) parece ser mais eficaz do que o uso isolado de cada uma delas, pois permite explorar diferentes aspectos do pensamento geométrico e atender a diferentes estilos de aprendizagem.
b) **Formação para Uso de Ferramentas:** É necessário investir na formação dos estudantes para o uso adequado das ferramentas, especialmente o transferidor e o GeoGebra, pois a falta de familiaridade foi uma das principais dificuldades relatadas.
c) **Valorização do Trabalho Colaborativo:** O trabalho em grupo deve ser valorizado e estruturado de forma a promover a colaboração efetiva, pois mostrou-se um componente importante da experiência de aprendizagem.
d) **Contextualização e Aplicação Prática:** A percepção de aplicação prática foi um dos principais indicadores de aprendizagem significativa, sugerindo a importância de contextualizar as atividades e mostrar suas aplicações no cotidiano.
e) **Progressão Gradual:** A progressão gradual do concreto para o abstrato, respeitando os níveis de Van Hiele, parece ser uma estratégia eficaz para o desenvolvimento do pensamento geométrico.
f) **Intervenções Específicas:** Desenvolver e testar intervenções específicas para promover a transição entre os níveis de Van Hiele, especialmente do Nível 2 para o 3, que parece ser um desafio para a maioria dos estudantes.

A análise de dados sobre a aprendizagem de geometria, baseada na metodologia de Bardin (2016), mostrou que o desenvolvimento do pensamento geométrico é complexo e se beneficia de várias abordagens de ensino. A eficácia do ensino não depende de uma única ferramenta, mas da combinação de diferentes métodos que se adaptem a cada nível de desenvolvimento do pensamento geométrico, conforme proposto por van Hiele (van Hiele, 2009). A estratégia de ir do concreto para o abstrato, com trabalho em grupo e aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), provou ser muito eficaz. Os alunos não só aprenderam conceitos, mas também desenvolveram a capacidade de pensar sobre seu próprio aprendizado e perceber a importância da geometria no dia a dia (Ausubel, 2003).

Para melhorar ainda mais, são necessários estudos futuros com mais participantes e períodos de intervenção mais longos. É importante também investigar como ajudar os alunos a avançarem entre os níveis de van Hiele (van Hiele, 2009), especialmente do Nível 2 para o Nível 3, que é um desafio. A personalização do ensino, considerando as características individuais dos alunos e o contexto de cada escola, é fundamental para otimizar os resultados (D'Ambrosio, 2002). Além disso, a formação contínua de professores é crucial para que eles possam usar diversas ferramentas pedagógicas e entender o desenvolvimento do pensamento geométrico (Lorenzato, 2006), garantindo o sucesso do ensino de geometria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que, ao unir metodologias ativas, utilizando materiais manipuláveis para realizar construções geométricas com dobraduras, kit de geometria e recursos tecnológicos, como o GeoGebra, é possível promover avanços importantes para o desenvolvimento do pensamento geométrico, em especial para alunos do 8º ano. Quando analisamos os resultados a partir das ideias das teorias utilizadas, ficou claro que essas abordagens ajudam os estudantes a avançarem em seus níveis de pensamento geométrico e a construírem uma aprendizagem que faz mais sentido para eles, especialmente em temas como relações angulares, polígonos e propriedades, transformações geométricas no plano e elementos dos sólidos platônicos.

Por outro lado, a pesquisa também trouxe à tona desafios que continuam presentes em tópicos como relações entre retas, onde houve regressão e no descritor que abordava planificação, que não ocorreu mudança. Isso reforça algo que todo professor sabe na prática: “aprender geometria é um processo cheio de idas e vindas, que não acontece de forma linear ou automática”. A dificuldade encontrada em um dos descritores no pós-teste reforça a importância de práticas constantes e significativas, que não apenas apresentem conceitos, mas permitam que os alunos consigam realmente incorporá-los em sua maneira de pensar e resolver problemas.

Ao longo do trabalho, ficou evidente que valorizar a exploração prática, a experimentação, a resolução de situações contextualizadas e a conexão com aquilo que os alunos já sabem é essencial para gerar aprendizagens mais sólidas. O uso de ferramentas como mapas conceituais também se mostrou interessante, por ajudar a organizar ideias, o que tornou o processo mais claro e participativo. Esse tipo de abordagem contribui para a formação de estudantes capazes de pensar geometricamente, algo fundamental para um ensino que respeite o ritmo de cada um e valorize o significado do que se aprende.

É importante destacar, no entanto, algumas situações que interferiram no andamento da pesquisa. Entre os principais obstáculos, a falta de mouses foi um dos que mais afetou o desenvolvimento nas construções geométricas com o GeoGebra. Muitos alunos encontraram dificuldade em manusear o touchpad do Chromebook, o que acabou desmotivando parte deles e levando à redução no número de participantes, como também, o número de atividades que estavam no planejamento e que necessitou realizar modificações. Além disso, as instabilidades na internet e adaptações de última hora, como trocar o papel de dobradura por papel reciclado, também trouxeram desafios que precisaram ser contornados.

Somam-se a isso as dificuldades que já fazem parte do cotidiano escolar, como a indisciplina, a falta de motivação em alguns momentos, problemas técnicos e a limitação de recursos. Como bem lembram Ausubel *et al.* (1980), para que a aprendizagem aconteça, o aluno precisa estar predisposto e o material precisa ser relevante e atrativo. Infelizmente, nem sempre foi possível garantir essas condições de maneira ideal ao longo da pesquisa.

Apesar de todas essas dificuldades que encontramos por receber a verba destinada para a pesquisa, em que comprometeu o planejamento inicial, então foi necessário reformular os processos com novo planejamento. Como isso, realizamos a aplicação das atividades que foram modificadas ao longo da aplicação das situações didáticas, com as construções geométricas com dobraduras, kit de geometria e uso do GeoGebra, mediante soluções possíveis para execução e com isso, realizar a coleta e análise de dados, e os resultados obtidos no pós-teste. Com isso, deixamos claro que a dificuldade foi grande, assim como, muitos professores enfrentam ao realizar projetos nas escolas públicas.

Apesar de tudo isso, deixamos uma pesquisa que foi aplicada com alunos do 8º ano do fundamental II e que nesse trabalho reforçamos que trabalhar com construções geométricas usando dobraduras, kit de geometria e GeoGebra favorece, sim, o desenvolvimento do pensamento geométrico.

Por isso, reforçamos a importância de novos estudos que levem em conta os desafios enfrentados aqui, buscando formas de superá-los e tornar o processo de ensino e aprendizagem acessíveis para todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Um novo olhar sobre a vida acadêmica: estudo de caso sobre as concepções de docentes. **Educação e Pesquisa,** [*s.l.*], v. 45, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1678- 4634201945193301. Acesso em: 10 jul. 2023.

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **BOLEMA:** Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, n. 22, p. 19-35, 2004.

ASSUNÇÃO, J. A. **A Resolução de Problemas como metodologia de ensino no conteúdo de função afim fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.** 2015. 145f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2015.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BACKES, A. F. *et al*. Pedagogical principles of constructivist-oriented teaching practices in team sports. **Journal of Physical Education,** [*s.l.*], v. 34, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v34i1.3405. Acesso em: 29 maio 2023.

BAPTISTA, J. D. O. *et al*. The Influence of Origami Design on Architectural Sustainability. **International Journal of Architectural Research,** [*s.l.*], v. 11, n. 3, p. 45-59, 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSO, M.; NOTARE, M. R. Pensar-com tecnologias digitais de matemática dinâmica. **Renote**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, 2015. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61432. Acesso em: 29 maio 2023.

BAUCE, V. P. **O GeoGebra e a mediação pedagógica na aprendizagem de geometria no Ensino Fundamental.** 2020. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum curricular.** Brasília: MEC, 2018.

CEARÁ. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. **Documento Curricular Referencial do Ceará:** educação infantil e ensino fundamental. Fortaleza: SEDUC, 2019. Disponível em: https://www.seduc.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/37/2020/02/DCRC_2019_OFICIAL.pdf . Acesso em: 12 mar. 2021.

CHOI, S. H. *et al*. Origami-Inspired Robots: Design and Applications. **Robotics and Autonomous Systems,** [*s.l.*], v. 73, p. 100-112, 2015.

CICUTO, C. A. T.; MIRANDA, A. C. G.; CHAGAS, S. S. Uma abordagem centrada no aluno para ensinar Química: estimulando a participação ativa e autônoma dos alunos. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 25, n. 4, p. 1035-1045, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516- 731320190040012. Acesso em: 10 jul. 2023.

COELHO, A. da S. **Tarefas para o ensino de equações polinomiais de segundo grau com o software GeoGebra:** uma alternativa para o desenvolvimento de habilidades em estudantes do 8º ano. 2021. 204 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2021.

CORREIA, P. R. M.; NARDI, A. O que revelam os mapas conceituais dos meus alunos? Avaliando o conhecimento declarativo sobre a evolução do universo. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 25, n. 3, p. 685-704, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320190030008. Acesso em: 10 jul. 2023.

CRISTOVÃO, H. M.; FERNANDES, J. H. C. Recuperação de informação em dados ligados: um modelo baseado em mapas conceituais e análise de redes complexas. **Transinformação,** [*s.l.*], v. 30, n. 2, p. 193-207, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/2318-08892018000200005. Acesso em: 10 jul. 2023.

CUNHA, A. M. V.; SILVA, J. R. da. Elaboração de um material potencialmente significativo: uma abordagem histórica para o ensino de raiz quadrada. **Educação em Revista,** [*s.l.*], v. 37, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-469825928. Acesso em: 06 dez 2021.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. Para que ensinar ciência no século xxi? - reflexões a partir da filosofia de feyerabend e do ensino subversivo para uma aprendizagem significativa crítica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências,** Belo Horizonte, v. 20, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-21172018200114. Acesso em: 10 jul. 2023,

DINIZ, F. V. da S.; SANTOS, C. A. dos. Ensinando atomística com o jogo digital "Em busca do Prêmio Nobel". **Revista Brasileira de Ensino de Física,** [*s.l.*], v. 41, n. 3, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0268. Acesso em: 10 jul. 2023.

D'AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação:** reflexões sobre a educação e matemática. São Paulo: Sumus; Campinas: UNICAMP, 1986.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática**: da teoria à prática. 16. ed. Campinas: Papirus, 2008a.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática:** elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

D'AMBRÓSIO, U. **Uma História concisa da Matemática no Brasil**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FARIAS, G. B. de. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação,** [*s.l.*], v. 27, n. 2, p. 58-76, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-5344/39999. Acesso em: 10 jul. 2023.

FERNANDES, V. C.; SPAGNUOLO, R. S. Construção de práticas emancipatórias com conselheiros de saúde por meio de oficinas educativas e mapas conceituais. **Ciência & Saúde Coletiva,** [*s.l.*], v. 26, n. 02, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232021262.40962020. Acesso em: 12 jul. 2023.

FERREIRA, M. *et al*. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** [*s.l.*], v. 42, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057. Acesso em: 10 jul. 2023.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 8, n. 2, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000200008. Acesso em: 12 jul. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WARLES. **Blog do Prof. Warles**. Córrego do ouro -GO, set. 2025. Disponível em: https://profwarles.blogspot.com. Acesso em: 8 set. 2025.

KALEFF, A. M. *et al*. Desenvolvimento do pensamento geométrico: Modelo de van Hiele. **Bolema**, [*s.l.*], v. 10, p. 21-30, 1994

LEE, H. K., *et al*. Origami-inspired stents for minimally invasive surgery. J**ournal of Biomedical Engineering**, [*s.l.*], v. 37, n.3, p.456-467, 2015.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? **A Educação Matemática em Revista**. São Paulo, v.3, n. 4, p. 03-13, 1995.

LORENZATO, S. A. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. *In*: LORENZATO, S. (org.). **O Laboratório de ensino de matemática na formação de professores.** Campinas: Autores associados, 2006.

LORENZATO, S. **O ensino de matemática**: conceitos e transformações. Campinas: Autores Associados, 2006.

LUCK, H. **Pedagogia Interdisciplinar:** fundamentos teóricos – metodológicos. Petrópolis (RJ): Vozes, 1999.

MARTINS, P. B. **Potencialidades dos estudos de aula para a formação continuada de um grupo de professores que ensinam matemática na rede municipal de São Paulo no contexto de uma pesquisa envolvendo implementação curricular**. 2020. 251f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

MATOS, J. D. V. *et al.* Prática educativa crítico-reflexiva em Gestão Ambiental e Responsabilidade Social: um relato de experiência. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos,** [*s.l.*], v. 102, n. 261, p. 564-582. 2021 Disponível em: https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.102i261.4431. Acesso em: 10 jul. 2023

MAXIMO-PEREIRA, M.; SOUZA, P. V. S.; LOURENÇO, A. B.. Mapas Conceituais e a Elaboração de Conhecimento Científico na História da Ciência: algumas aproximações teóricas. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 27, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320210017. Acesso 10 jul. 2023.

MEDEIROS, M. F. **Geometria dinâmica no ensino de transformações no plano:** Uma experiência com professores da Educação Básica. 2012. 172 f. Dissertação. (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MENEZES, V. M. de. **Ensino de física com experimentos de baixo custo.** Curitiba: Appris, 2018.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação,** [*s.l.*], v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MORAN, J. M. Novas tecnologias e o re-encatamento do mundo. **Revista Tecnologia Educacional,** Rio de Janeiro, v. 23, n. 126, p.24-26, set./out. 1995.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Cantauro Editora, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2017.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. **Aprender a aprender.** 2. ed. Lisboa: Plátano, 1999.

PAULA, B. B. de; OLIVEIRA, T. de; MARTINS, C. B. Análise do Uso da Cultura Maker em Contextos Educacionais: Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Novas Tecnologias na Educação – RENOTE,** [*s.l.*], v. 17 n. 3, dez. 2019. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/99528/55672. Acesso em: 10 set. 2023.

PEIXOTO, M. A. P. *et al.* Using metacognition to analyze a misdiagnosis case in high-fidelity simulation. **Revista Brasileira de Educação Médica,** [*s.l.*], v. 45, n. 2, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-5271v45.2-20200255.ING . Acesso em: 10 jul. 2023.

PEREIRA, J. D. **Contribuições do origami no ensino e aprendizagem da geometria nos anos finais do fundamental.** 2021. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

PUERTA, J. G. *et al*. El mapa conceptual y el software CmapTools como herramientas neurodidácticas para la mejora del aprendizaje. **Texto Livre,** [*s.l.*], v. 15, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40725. Acesso em: 10 jul. 2023.

SANTAROSA, M. C. P. Ensaio sobre a aprendizagem significativa no ensino de matemática. **Aprendizagem Significativa em Revista**, [*s.l.*], v. 6, n. 3. 2016. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID92/v6_n3_a2016.pdf. Acesso em: Acesso em: 10 jul. 2023.

SANTOS, C. A. dos; AQUINO, E. M. de. Em busca do Prêmio Nobel - Versão beta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [*s.l.*], v. 40, n. 3, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017- 0317. Acesso: 10 jul. 2023.

SANTOS, M. J. C. dos. **Ensino de Matemática:** Discussões Teóricas e Experiências Formativas Exitosas para Professores do Ensino Fundamental. Curitiba: CRV, 2022.

NASCIMENTO, C. H. M. de H. (org.). **Documento Curricular Referencial de Fortaleza**: incluir, educar e transformar (DCRFor). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2024. Disponível em: https://dgpe.fgv.br/noticia/fortaleza-lanca-documento-curricularreferencial . Acesso em: 28 jul. 2024.

SILVA, E. O. **Geometria espacial na EJA:** uma proposta de ensino à luz do modelo van Hiele com auxílio do software de geometria dinâmica GeoGebra. 2021. 205 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

SILVA, M. R. A. da. **A utilização do software GeoGebra no processo de ensino-aprendizagem da Geometria plana**. 2017.74 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

SILVA, J. H. da *et al*. O ensino-aprendizagem da anatomia humana: avaliação do desempenho dos alunos após a utilização de mapas conceituais como uma estratégia pedagógica. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 24, n. 1, p. 95-110, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320180010007. Acesso em: 10 jul. 2023.

SILVA, O. L. da; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** [*s.l.*], v. 44, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0339. Acesso em: 10 jul. 2023.

SILVA, R. R. B. *et al*. Sustainable Packaging Design Inspired by Origami. **Packaging Technology and Science**, [*s.l.*], v. 31, n. 5, p. 351-360, 2018.

SILVA, V. R. da; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa,** [*s.l.*], v. 46, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995. Acesso em: 10 jul. 2023.

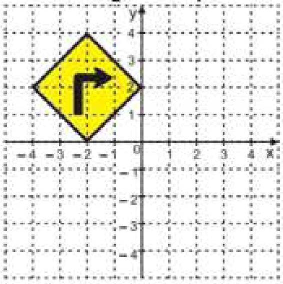
TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ : Vozes, 2014.

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no ensino fundamental:** formação de professores e aplicação em sala de aula. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

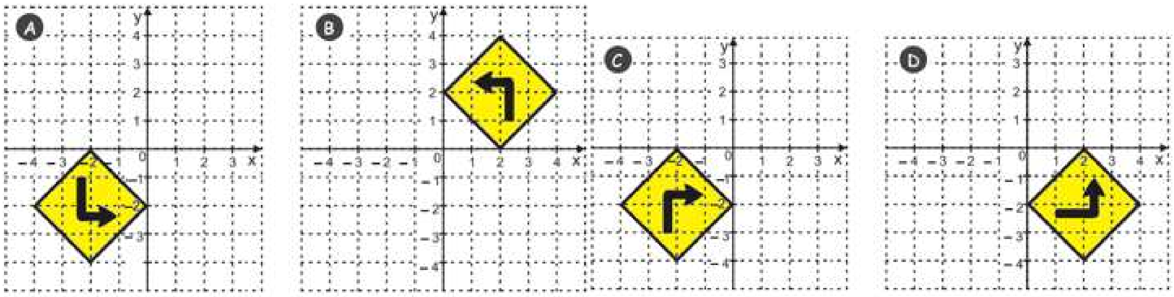
APÊNDICE A - PRÉ-TESTE (AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA)

<u>Identificar</u> no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação).

1. Observe a figura representada no plano cartesiano abaixo.

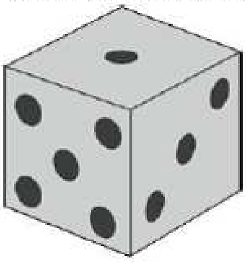


O resultado da reflexão dessa figura em relação ao eixo x está representado em



<u>Relacionar</u> o número de vértices, faces ou arestas de prismas ou pirâmides, em função do seu polígono da base.

2. Veja o dado abaixo em forma de um cubo.

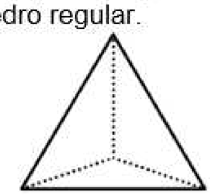


Quantos vértices tem esse dado?

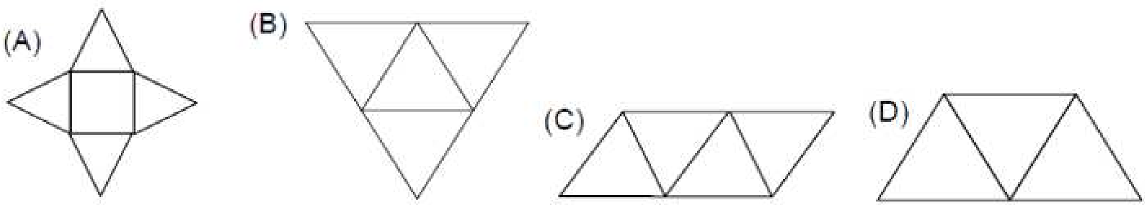
A. 4
B. 6
C. 7
D. 8

<u>Relacionar</u> objetos tridimensionais às suas planificações ou vistas.

3. Observe a representação de um tetraedro regular.

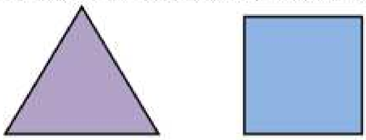


Qual das seguintes planificações é a desse tetraedro regular?



Classificar polígonos em regulares e não regulares.

4. Observe os polígonos regulares a seguir:



Esses polígonos são regulares, pois,

A. possui todos os lados e ângulos congruentes.

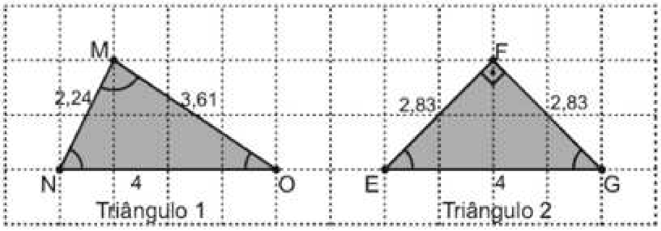
B. tem todos os ângulos agudos.

C. tem 3 e 4 lados.

D. tem soma dos ângulos interno, 180° e 360°, respectivamente.

Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinação da medida de um ângulo interno ou externo).

5. Observe os triângulos abaixo.



Quais são os ângulos de medida maior em cada um dos triângulos?

A. M no triângulo 1, E no triângulo 2.

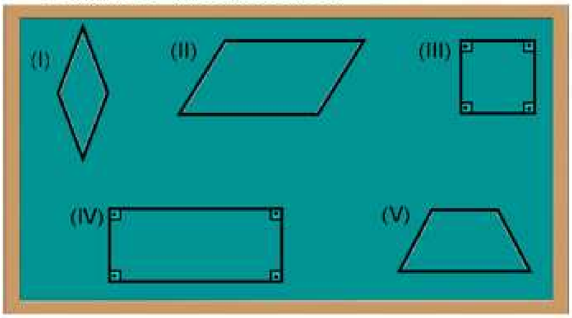
B. M no triângulo 1, F no triângulo 2.

C. N no triângulo 1, E no triângulo 2.

D. N no triângulo 1, F no triângulo 2.

Classificar triângulos ou quadriláteros em relação aos lados ou aos ângulos internos.

6. O professor de Matemática pediu a um aluno do 8º ano que desenhasse no quadro negro os seguintes quadriláteros.



A alternativa que contém os nomes corretos dos quadriláteros é

A. I – Losango, II – paralelogramo, V – trapézio.

B. II – Losango, III – retângulo, III – trapézio.

C. V – Trapézio, II – losango, IV – quadrado.

D. III – Quadrado, V – paralelogramo, II– losango.

Identificar retas ou segmentos de retas concorrentes, paralelos ou perpendiculares.

7. Observe no mapa algumas ruas de um bairro de uma cidade.

A Rua das Árvores é:

A. paralela à Rua das Pedras.

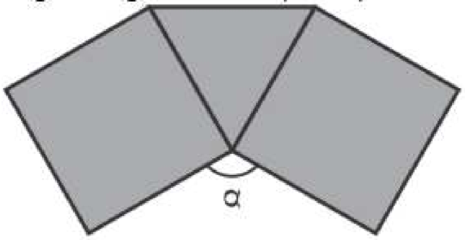
B. concorrente à Rua dos Lagos.

C. perpendicular à Rua dos Bosques.

D. coincidentes à Rua dos Lagos.

<u>**Resolver**</u> problemas que envolvam relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, ângulos internos ou externos de polígonos ou cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz) de polígonos.

8. A figura seguinte é composta por dois quadrados e um triângulo equilátero.



O valor do ângulo α é

A. 50°

B. 90°

C. 120°

D. 180°

<u>**Resolver**</u> problemas que envolvam polígonos semelhantes.

9. Dois retângulos R_1 e R_2 são tais que: a medida da base de R_1 é o dobro da medida da base de R_2; a medida da altura de R_1 é a metade da medida de R_2. Nessas condições, é verdade que

A. a área de R_1 é o dobro da área de R_2.

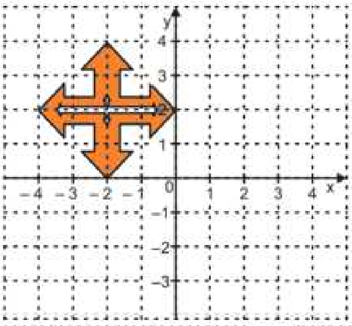
B. o perímetro de R_1 é o dobro do perímetro de R2.

C. a área de R_1 é igual à área de R_2.

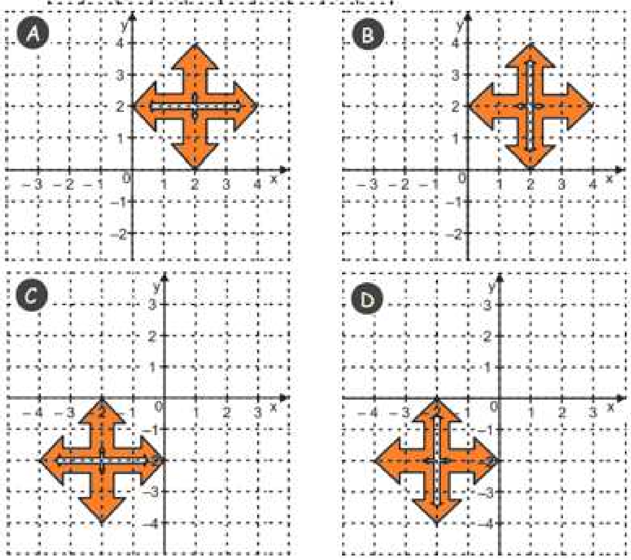
D. o perímetro de R_1 é igual ao perímetro de R_2.

<u>**Identificar**</u> no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação).

10. Observe a figura apresentada no plano cartesiano abaixo.



Essa figura será rotacionada 180° no sentido horário em relação ao seu centro e, em seguida, será refletida em relação ao eixo y. Qual é o plano cartesiano que contém a figura resultante após essas transformações?



APÊNDICE B - FICHA DE OBSERVAÇÃO – RETÂNGULO - QUADRADO

1. Qual a medida aproximada de cada diagonal?
2. Podemos observar que ao construir as diagonais em um retângulo, determinamos alguns triângulos, quantos triângulos foram formados? Identifique cada um.
3. Identifique e meça: cada lado e os ângulos dos triângulos encontrados.
4. Qual é perímetro de cada triângulo?
5. Agora, classifique-os conforme as medidas de seus ângulos e lados, respectivamente.
6. Esses triângulos são congruentes? Semelhantes? Ou não possuem características comuns?
7. Qual é a soma das medidas dos ângulos AÔB e DÔC? E os ângulos AÔD e DÔC? Qual é a relação que existe entre cada par desses ângulos?
8. Com relação ao paralelismo, existe lados paralelos nesse quadrado? Se sim, separe-os em pares.
9. Qual é o perímetro desse retângulo?
10. Qual é a sua medida de área?

QUADRADO

1. Qual a medida aproximada de cada diagonal?
2. Podemos observar que ao construir as diagonais em um quadrado determinamos alguns triângulos. Quantos triângulos foram formados? Identifique cada um.
3. Identifique e meça: cada lado e os ângulos dos triângulos encontrados.
4. Qual é perímetro de cada triângulo?
5. Agora, separe-os a partir das medidas de seus lados. Como são classificados esses triângulos?
6. Esses triângulos são congruentes? Semelhantes? Ou não possuem características comuns?
7. Qual é a soma das medidas dos ângulos AÔB e DÔC? E os ângulos AÔD e DÔC? Qual é a relação que existe entre cada par desses ângulos?
8. Com relação ao paralelismo, existe lados paralelos nesse quadrado? Se sim, separe-os em pares.
9. Qual é o perímetro desse quadrado?
10. Qual é a sua medida de área?
11. Escreva as razões dos perímetros de cada triângulo correspondentes (**quadrado para retângulo**).
12. Escreva a razão da área do **quadrado para o retângulo**.

APÊNDICE C - FICHAS DE ACOMPANHAMENTO

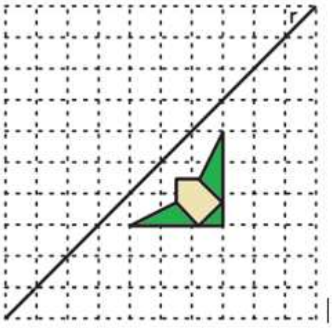
1. Que conhecimentos da geometria foram utilizados nas construções geométricas?

2. Esta atividade contribui para uma melhor compreensão de conceitos da geometria plana? Explique.
3. Quais as características/propriedades geométricas foram exploradas com esta atividade?
4. Informe outras aprendizagens obtidas durante a atividade.
5. Apresente as dificuldades e desafios encontrados na realização desta atividade.

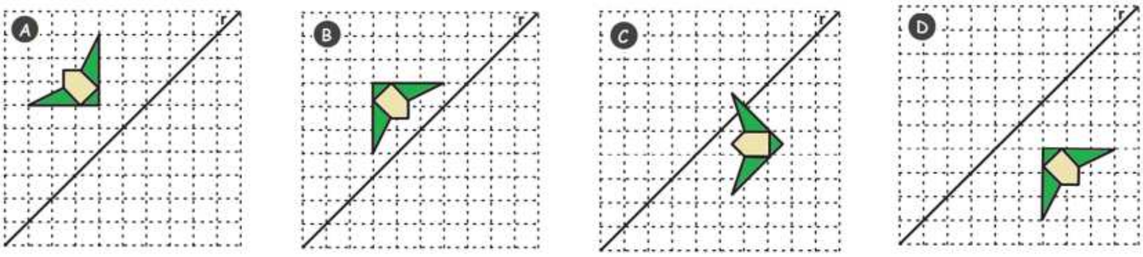
APÊNDICE D - PÓS-TESTE

Identificar no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação).

1. Observe, na malha quadriculada abaixo, uma figura e uma reta r.

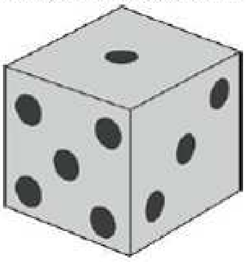


A reflexão dessa figura em relação à reta r pode ser observada em



Relacionar o número de vértices, faces ou arestas de prismas ou pirâmides, em função do seu polígono da base.

2. Veja o dado abaixo em forma de um cubo.



Quantas faces tem esse dado?

A. 4

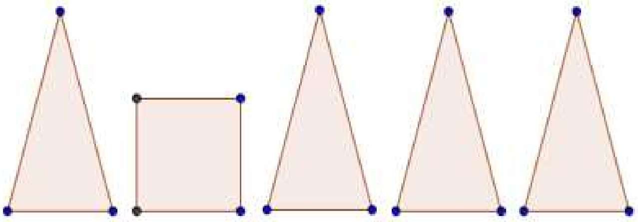
B. 6

C. 7

D. 8

Relacionar objetos tridimensionais às suas planificações ou vistas.

3. Juliana fez algumas figuras planas em papel cartão, como mostra abaixo.



Ao juntar todas essas partes forma o sólido chamado

A. cone

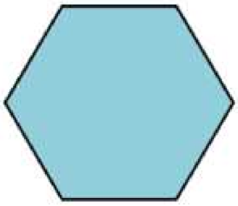
B. prisma

C. cilindro

D. pirâmide

Classificar polígonos em regulares e não regulares.

4. Observe o polígono regular a seguir:



Esse polígono é regular, pois,

A. tem soma dos ângulos interno maior do que 720°.

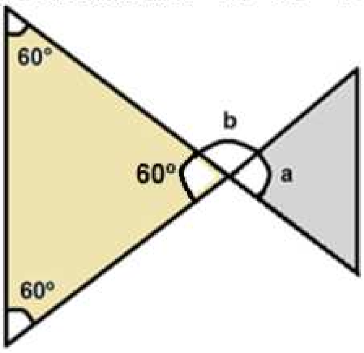
B. tem todos os ângulos obtusos.

C. tem 6 lados.

D. possui todos os lados e ângulos congruentes.

Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinação da medida de um ângulo interno ou externo).

5. Elias elaborou uma questão de geometria sobre as propriedades dos triângulos, como ilustra a figura abaixo e pediu a Pedro, seu filho, que resolvesse.
Pedro encontrou: a = 60° e b = 112°.



Pode-se afirmar que:

A. Pedro errou os dois valores de **a** e **b**.

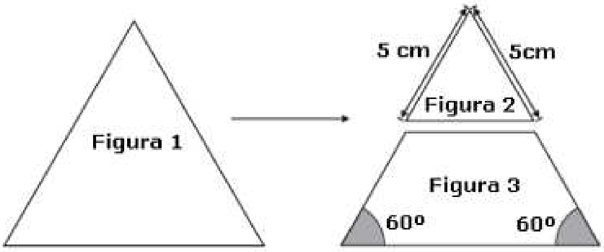
B. Pedro acertou os dois valores de **a** e **b**.

C. Pedro errou o valor de **a** e acertou o de **b**.

D. Pedro acertou o valor de **a** e errou o de **b**.

Classificar triângulos ou quadriláteros em relação aos lados ou aos ângulos internos.

6. Maria fez um triângulo equilátero de papel e dividiu-o em duas partes. Veja a seguir.



Considerando as medidas dadas, a figura 3 é um

A. losango.

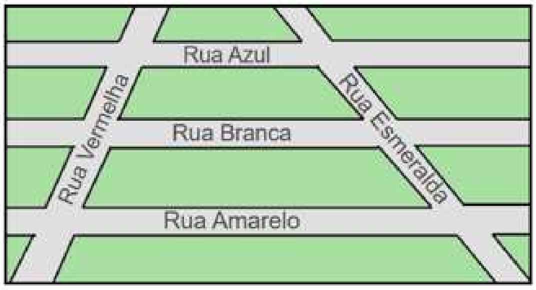
B. retângulo.

C. trapézio.

D. triângulo.

Identificar retas ou segmentos de retas concorrentes, paralelos ou perpendiculares.

7. Na figura abaixo, vemos parte de uma planta de um bairro. As ruas, Vermelha e Esmeralda são transversais.



As ruas Azul, Branca e Amarela são:

A. paralelas

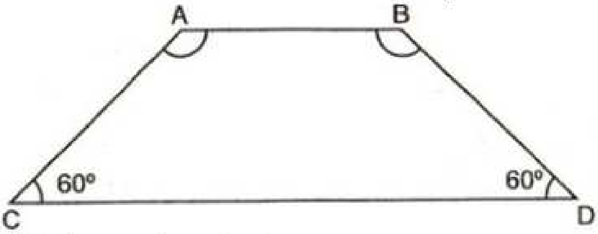
B. concorrentes

C. congruentes

D. perpendiculares

<u>Resolver</u> problemas que envolvam relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, ângulos internos ou externos de polígonos ou cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz) de polígonos.

8. O molde de uma bolsa de tecido está representado na figura abaixo.



A costureira quer saber qual o valor dos ângulos A e B para poder diminuir o tamanho da bolsa sem modificar sua forma.

A medida desses ângulos é

A. 120° para A e 120° para B.

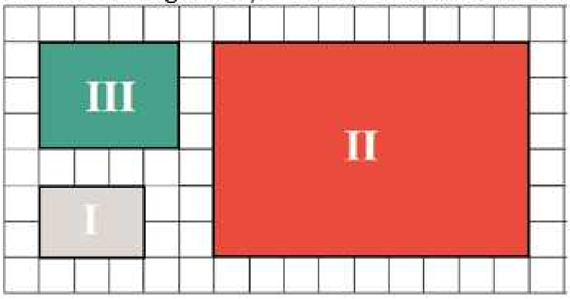
B. 60° para A e 60° para B.

C. 120° para A e 60° para B.

D. 60° para A e 120° para B.

<u>Resolver</u> problemas que envolvam polígonos semelhantes.

9. Observe as figuras I, II e III desenhadas na malha quadriculada.



Pode-se afirmar que

A. O perímetro da figura II é o triplo do perímetro da figura I.

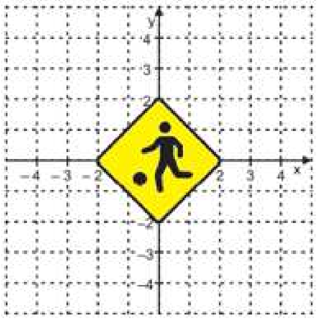
B. A área da figura II é o quádruplo da área da figura I.

C. A área da figura II é o quíntuplo da área da figura III.

D. O perímetro da figura III é o dobro do perímetro da figura I.

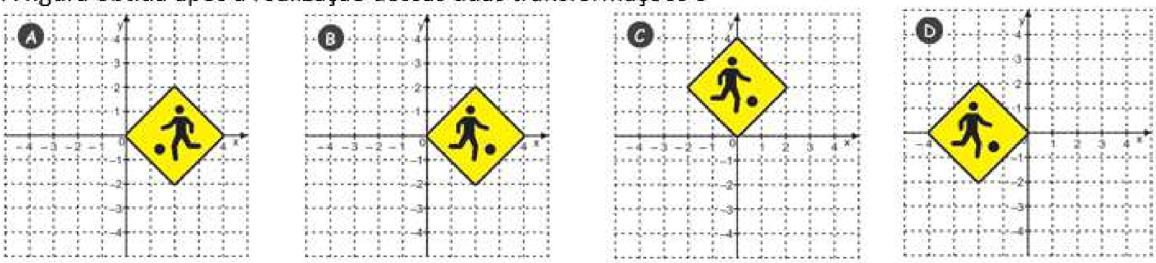
<u>Identificar</u> no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação).

10. Observe a figura apresentada no plano cartesiano abaixo.



Nessa figura, foi realizada uma translação de 2 unidades no sentido positivo do eixo x e, em seguida, uma reflexão em relação ao eixo y.

A figura obtida após a realização dessas duas transformações é



APÊNDICE E – ENTREVISTA – GRUPO FOCAL

CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM DOBRADURAS

1. No início da dobradura foi usado que papel? A4 (ofício)?
2. Qual a forma dessa folha? Lembra qual polígono? É bidimensional ou tridimensional?
3. Na primeira dobra realizada no papel, o que você observou sobre a forma? Mudou? E a área? aumentou ou diminuiu?
4. Quando a folha foi cortada gerou qual forma? E como ficou a área?
5. Nas 3 etapas seguintes da dobradura, o quadrado se transformou em qual polígono? E a área e o perímetro?
6. Qual foi a "peça" gerada ao final para compor as faces do hexaedro?
7. O que você achou dessa atividade?
8. O que você aprendeu de geometria com essa atividade?
9. Você considera importante esse tipo de atividade?
10. Você consegue enumerar quantas vezes você realizou uma atividade envolvendo dobraduras com outros professores? E com o professor atual?

CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM KIT DE GEOMETRIA

1. Você conseguiu realizar as construções geométricas utilizando as instruções fornecidas no tutorial?
2. As "ferramentas" (régua, transferidor e esquadros), são fáceis de usar?
3. Quais dessas "ferramentas" você considera mais importantes e porquê? Justifique
4. Você considera importante realizar construções geométricas com kit de geometria?
5. O que você achou dessa atividade?
6. O que você aprendeu de geometria com essa atividade?
7. Você considera importante esse tipo de atividade?
8. Quais dificuldades você encontrou durante a realização dessa atividade?
9. Você consegue enumerar quantas vezes você realizou uma atividade envolvendo dobraduras com outros professores? E com o professor atual?

CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM GEOGEBRA

1. Você conseguiu realizar as construções geométricas com GeoGebra utilizando as instruções fornecidas no tutorial?
2. Você considera importante o uso do GeoGebra?
3. Usar o Chromebook para realizar as construções geométricas utilizando o GeoGebra foi fácil ou difícil? Justifique.

4. Você acredita que outro recurso tecnológico (computador) iria facilitar ou dificultar no uso do GeoGebra? Justifique.
5. Quais mudanças você conseguiu observar ao usar o GeoGebra em relação as dobraduras e o ki de geometria?
6. Quais dificuldades e facilidades o GeoGebra lhe proporcionou? Justifique.
7. Você consegue enumerar quantas vezes você realizou atividades com uso do GeoGebra com outros professores? E com o professor atual? Justifique.
8. Quais recursos o GeoGebra pode oferecer em relação as dobraduras e o kit de geometria?
9. Você considera importante usar mais vezes o GeoGebra nas aulas de geometria? Justifique.

APENDICE F - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (NO CASO DO MENOR)

Você está sendo convidado(a) como participante da pesquisa: **O USO DE DOBRADURAS, CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS E GEOGEBRA NUM PROCESSO IMERSIVO COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO GEOMÉTRICO COM BASE NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Nesse estudo pretendemos descrever como os alunos do último 8º ano do Ensino Fundamental aprendem conceitos relacionados a geometria diante de uma abordagem pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvendo situações didáticas que envolvem dobraduras, construções geométricas e utilização de software de geometria dinâmica (GeoGebra).

A motivação deste estudo parte dos desafios do mundo contemporâneo que exige dos indivíduos o engajamento no desenvolvimento individual e coletivo, na perspectiva de relacionar características dos objetos do cotidiano (forma, medidas e dimensões) vislumbrando melhorar e na criação de novos, acompanhando as transformações urgentes que que o mundo necessita, solucionando problemas que afetam a sociedade e a natureza. Diante desse contexto a geometria aliada com a tecnologia tem muito a contribuir na solução de tais problemas,pois possibilitam que as pessoas lancem mão de habilidades que ajudem a resolver seus problemas do cotidiano. Esta pesquisa tem por finalidade a realização de um estudo de como se dá a aprendizagem dos conceitos relacionados as formas geométricas no 8º ano do Ensino Fundamental, por meio de dobraduras, construções geométricas e utilização de software de geometria dinâmica (GeoGebra), numa perspectiva significativa.

Para este estudo serão adotados o(s) seguinte(s) procedimento(s): A estratégia metodológica dessa pesquisa é a Análise Textual Discursiva, que possui uma abordagem qualitativa. Para a coleta dos dados, os participantes serão divididos em trios. Na etapa de Experimentação, serão realizados em 8 semanas (2 encontros por semana), com a finalidade de:

Semana 1 - Aplicação do pré-teste, com 10 questões, para sondagem das aprendizagens;

Semana 2 - Aplicação das Situações Didáticas 1 e 2;

Semana 3 - Aplicação das Situações Didáticas 3 e 4;

Semana 4 - Aplicação das Situações Didáticas 5 e 6;

Semana 5 - Aplicação das Situações Didáticas 7 e 8;

Semana 6 - Aplicação das Situações Didáticas 9 e 10;

Semana 7 - Aplicação das Situações Didáticas 11 e 12;

Semana 8 - Aplicação do pós-teste, com 10 questões, a fim de conhecer as contribuições das situações didáticas para a aprendizagem dos conceitos de geometria, com foco no Desenvolvimento do Pensamento Geométrico; Aplicação do questionário de engajamento, com 8 questões e discussão sobre o processo vivenciado, junto aos participantes.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta riscos mínimos relacionados à sua escrita e à sua fala. Você pode ficar exposto em relação a suas ideias, pensamentos e ações. No entanto, os dados coletados serão escritos e formato de imagens, mas você não será expostopublicamente por meio de fotos, sendo que os rotos serão cobertos com emojis. Além disso, seu nome de estudante não será revelado, uma vez que serão utilizados pseudônimos para o processo de análise de dados. A divulgação das informações será realizada entre os profissionais estudiosos do assunto. Pode haver riscos de ordem psicológica podendo causar constrangimento, vergonha, cansaço e desinteresse. Entretanto os procedimentos metodológicos foram planejados para amenizar essesdesconfortos. Caso sinta algum desconforto poderá interromper a participação e, se houver interesse, poderá conversar com o pesquisador sobre o assunto. Você tem assegurado o direitoa ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, , portador(a) do documentode Identidade , fui informado(a) dos objetivos do presente estudo demaneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Fortaleza, de de .

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Nome: Edimilson Flores da Silva
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Humberto Monte, s/n – Campus do Pici
Telefones para contato: 85 98117-7978

Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.