UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT

RÔMULO FERREIRA PONTES

Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos de geometria em uma turma do 1º ano do Ensino Médio

SEROPÉDICA
ANO 2026

RÔMULO FERREIRA PONTES

ORIGAMI COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS EM UMA TURMA DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional PROFMAT da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientador(a): Dr. Luciano Vianna Felix

SEROPÉDICA
Agosto - 2026

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central/Central de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P811o

PONTES, ROMULO FERREIRA, 1975-
Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos de geometria em uma turma do 1° ano do Ensino Médio / ROMULO FERREIRA PONTES. - Seropédica, 2026.
114 f.

Orientador: LUCIANO VIANNA FÉLIX.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, PROFMAT, 2026.

1. Origami. 2. Aprendizagem significativa. 3. Geometria. 4. Ensino médio. I. FÉLIX, LUCIANO VIANNA , 1986-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PROFMAT III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

É permitida a cópia parcial ou total desta TFC/Dissertação/Tese, desde que seja citada a fonte

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

ROMULO FERREIRA PONTES

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção de grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, área de Concentração em Matemática.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/08/2026

Dr.º Luciano Vianna Félix - UFRRJ (Orientador, Presidente da Banca)

Drª. Eulina Coutinho Silva do Nascimento – UFRRJ (Membro interno)

Dr.º Marcos Vinicius Pereira Spreafico - UFMS (Membro Externo à Instituição)

ATA Nº ata/2026 - ICE (12.28.01.23)
(Nº do Documento: 4436)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 09/09/2026 14:00)
EULINA COUTINHO SILVA DO NASCIMENTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptM (12.28.01.00.00.00.63)
Matrícula: ###873#8

(Assinado digitalmente em 10/09/2026 12:05)
LUCIANO VIANNA FELIX
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptM (12.28.01.00.00.00.63)
Matrícula: ###701#8

(Assinado digitalmente em 09/09/2026 21:53)
MARCOS VINICIUS PEREIRA SPREAFICO
USUÁRIO EXTERNO
CPF: ###.###.899-##

(Assinado digitalmente em 09/09/2026 19:44)
ROMULO FERREIRA PONTES
DISCENTE
Matrícula: 2024######8

*Visualize o documento original em https://sipac.ufrrj.br/documentos/ informando seu número: **4436**, ano: **2026**, tipo: **ATA**, data de emissão: **09/09/2026** e o código de verificação: **278f097f5a***

Dedico esse trabalho em primeiro lugar à Deus, por ter me dado o Espírito Santo para abrandar meu coração e minha mente em todas as vezes em que pensei em desistir de um sonho de mais de 20 anos;
À minha esposa Tatiane Bernardino, pelo exemplo de profissional da educação, pela parceria e pela compreensão ao longo desses 3 anos de mestrado;
Aos meus filhos, Anne Carolinne e João Paulo, pois foram eles o motivo de eu não ter desistido já no primeiro mês de Profmat;
Aos meus pais, Mauro Thosi e Ana Lúcia, por acreditarem que a educação seria a maior herança que deixariam para os filhos;
E ao meu saudoso padrinho, Nei Crispim Pinheiro, homem que não tinha o meu sangue, mais que teria dado o seu por mim (assim como meus pais), o ateu que me provou que Deus existia com seus gestos de amor!
Obrigado, sem vocês eu não teria chegado até aqui!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força, proteção, sabedoria e conforto concedidos ao longo desta trajetória acadêmica.

À minha esposa, pela compreensão, paciência e companheirismo nos momentos de ausência e intensa dedicação a esta empreitada.

Aos meus filhos, fonte inesgotável de amor e inspiração, cuja presença e carinho renovaram diariamente minha motivação para seguir em frente.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, pelos valores sólidos que moldaram meu caráter e pelo incentivo permanente aos estudos, mesmo diante das dificuldades.

Ao meu orientador, pela orientação segura, criteriosa e cirúrgica, pela disponibilidade constante, pela paciência e pelo compromisso acadêmico demonstrado durante todo o desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT, pela excelência na formação oferecida, pela dedicação e pelo conhecimento compartilhado, que ampliaram minha visão acadêmica e profissional.

Aos colegas da turma PROFMAT 2024, pela parceria, pelas trocas de experiências, pelo apoio mútuo e pelo companheirismo que tornaram essa jornada mais leve, enriquecedora, significativa e prazerosa.

Aos meus alunos do CE Dr. Albert Sabin, que participaram de forma voluntária nessa pesquisa.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, expresso minha sincera gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

"*Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção*." (Paulo Freire).

RESUMO

PONTES, Rômulo Ferreira. **Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos de geometria em uma turma do 1º ano do Ensino Médio**. 2026. 114 folhas. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2026.

Esta pesquisa de dissertação de mestrado busca investigar a relevância do uso do origami como uma ferramenta didática para ensinar conceitos de geometria, de forma mais específica, auxiliar no cálculo de perímetro e áreas de figuras planas, como quadrados, retângulos e triângulos. O estudo será realizado com uma turma do 1º ano do Ensino Médio em uma Escola Estadual localizada no bairro de Campo Grande, no Rio de Janeiro. A ideia é fazer com que o aprendizado seja mais significativo e de fácil entendimento. Ao trabalhar com dobraduras de papel, espera-se estimular a visualização espacial, o raciocínio lógico e a criatividade dos estudantes, tornando as aulas mais lúdicas e interativas. Antes do início da atividade, os alunos responderão um questionário com questões sobre perímetro e áreas do quadrado, retângulo e triângulo, e também sobre o interesse pelo estudo da matemática e a dificuldade em contextualizar os exercícios propostos. A metodologia inclui oficina prática com atividades de origami relacionadas aos conceitos matemáticos, além de registros, avaliações diagnósticas e formativas. Os dados serão analisados qualitativamente, com base nas observações, produções dos alunos e entrevistas. O estudo busca contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras que favoreçam a compreensão dos conceitos geométricos no Ensino Médio. A proposta nos sugere uma reflexão com a pedagogia Freiriana, sobretudo quando propicia ao discente atuar como um ser ativo na aprendizagem. Dessa forma, o projeto, oferece um ensino mais ativo, participativo e cheio de significado, de uma educação libertadora, que possui sentido, um espaço onde os alunos não só aprendem, mas se entendem como os criadores do que sabem.

Palavras-chave: Origami; aprendizagem significativa; geometria; ensino médio.

ABSTRACT

PONTES, Rômulo Ferreira. **Origami as a pedagogical tool for teaching geometry concepts to a first-year high school class**. 2026. 114 pages. Dissertation (Master's in Mathematics) – Institute of Exact Sciences, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2026.

This master's thesis aims to investigate the relevance of using origami as a teaching tool for geometry, specifically as a resource to support the calculation of the perimeter and area of plane figures such as squares, rectangles, and triangles. The study will be conducted with a first-year high school class at a public state school located in the Campo Grande neighborhood of Rio de Janeiro, Brazil. The main objective is to promote more meaningful learning and facilitate students' understanding of geometric concepts. By working with paper folding, the study seeks to stimulate students' spatial visualization, logical reasoning, and creativity, making mathematics lessons more engaging, interactive, and enjoyable. Before the intervention, students will complete a questionnaire containing questions about the perimeter and area of squares, rectangles, and triangles, as well as their interest in mathematics and the difficulties they experience in contextualizing the proposed exercises. The methodology includes a hands-on workshop involving origami activities associated with mathematical concepts, as well as classroom observations, diagnostic and formative assessments, and systematic records of the activities. The data will be analyzed qualitatively based on classroom observations, students' work, and interviews. This study aims to contribute to the development of innovative pedagogical practices that enhance the understanding of geometric concepts in high school. The proposal is grounded in Freirean pedagogy, particularly by encouraging students to take an active role in their own learning process. In this way, the project promotes a more active, participatory, and meaningful educational experience, aligned with the principles of emancipatory education, in which students not only acquire knowledge but also recognize themselves as active constructors of their own learning.

Keywords: Origami; meaningful learning; geometry; high school education.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Declaro que ferramentas de Inteligência Artificial Generativa foram utilizadas neste trabalho nas seguintes condições: CHATGPT foi utilizada para REVISÃO ORTOGRÁFICA, ORGANIZAÇÃO TEXTUAL, ELABORAÇÃO DE SUGESTÕES DE ESTRUTURA E AUXÍLIO NA PREPARAÇÃO DE MATERIAIS RELACIONADOS AS IMAGENS DO PRODUTO EDUCACIONAL, na etapa de REVISÃO E ORGANIZAÇÃO FINAL DA PESQUISA. Todo o conteúdo gerado com o apoio dessas ferramentas foi submetido à revisão crítica pelo(a) autor(a), que assume integral responsabilidade pela originalidade, veracidade e integridade do texto final, em conformidade com a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq (Portaria nº2.664/2026).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO APRENDIZADO 23
2.1 A Aprendizagem Significativa segundo David Ausubel 23
2.2 A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire 25
2.3 Ausubel e Freire em diálogo: o origami como síntese pedagógica 27
2.4 Materiais manipuláveis no ensino da Matemática 28
2.5 A História do Origami: da tradição à prática educativa 30
2.5.1 A origem do papel e o desenvolvimento das práticas de dobradura. 30
2.5.2 O Origami na cultura japonesa e sua expansão para o Ocidente 31
2.5.3 A inserção do Origami no campo educacional 32
2.5.4 Origami e Matemática: das dobraduras aos conceitos geométricos . 33
2.6 O ensino de Geometria no Ensino Médio: entre o currículo e a realidade 34
3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O ESTADO DA ARTE 36
4 METODOLOGIA 39
4.1 Caracterização da Pesquisa 39
4.2 Contexto e Participantes da Pesquisa 39
4.3 Fundamentação da escolha 40
4.4 A Sequência Didática 41
4.4.1 Conhecendo o Caminho: Diálogo, Investigação e Geometria 42
4.4.2 Avaliação Diagnóstica 43
4.4.3 Aula 3 - O quadrado escondido na folha A4 46
4.4.4 Aula 4 - Explorando as Propriedades do Retângulo 48
4.4.5 Aula 5 - Do Papel ao Voo: Descobrindo a Geometria do Avião de Origami 50
4.4.6 Aula 6 - O Cisne de Papel 54
4.4.7 Aulas 7 e 8 - Avaliação da Aprendizagem e Roda de Conversa 55
5 ANÁLISES E DISCUSSÕES 61
6 RECURSO EDUCACIONAL 63
6.1 Finalidade do produto 63
6.2 Público-alvo e contexto de uso 64
6.3 Estrutura do Recurso Educacional 65
6.3.1 Conhecendo o Caminho: Diálogo, Investigação e Geometria 65
Aula 1 – Conhecendo o Caminho: Diálogo 65
Finalidade da Aula 65
Objetivos de Aprendizagem 66
Tempo de aula 66
Organização da Turma 66
Materiais Necessários. 66
Desenvolvimento da Aula 66

Momento 1 – Apresentação da Proposta (15 minutos) 66
Momento 2 – Roda de Conversa (15 minutos) 67
Momento 3 – Aplicação do Questionário Diagnóstico (20 minutos) 68
Aula 2 – Conhecendo o Caminho: Investigação e Geometria 69
Finalidade da Sessão 69
Objetivos de Aprendizagem 69
Tempo de aula 69
Organização da Turma 69
Materiais Necessários 69
Desenvolvimento da Sessão 69
Momento 4 – Dobradura Exploratória (30 minutos) 69
Momento 5 – Socialização (20 minutos) 70
Folha de Registro do Professor 71
Observações da Turma 71
Principais Dificuldades Identificadas 71
Aspectos Positivos Observados 71
Encaminhamentos para a Próxima Sessão 71
Aula 3 - O quadrado escondido na folha A4 71
Finalidade da Aula 71
Objetivos de Aprendizagem 72
Tempo de aula 73
Organização da Turma 73
Materiais Necessários 73
Desenvolvimento da Sessão 73
Procedimento (passo a passo): 73
Aula 4 - Explorando as Propriedades do Retângulo 77
Finalidade da Aula 77
Objetivos de Aprendizagem 77
Tempo de aula 78
Organização da Turma 78
Materiais Necessários 78
Desenvolvimento da Sessão 78
Procedimento (passo a passo): 78
Finalidade da Aula 81
Tempo de aula 82
Organização da Turma 82
Desenvolvimento da Sessão 83
Procedimento (passo a passo): 83
Finalidade da Aula 86
Tempo de aula 86
Organização da Turma 86

Desenvolvimento da Aula..... 87
Procedimento (passo a passo):..... 87
Finalidade da Aula..... 93
Desenvolvimento da Sessão..... 96
Procedimento (passo a passo):..... 96
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 98
REFERÊNCIAS..... 101
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL..... 104
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA..... 105
APÊNDICE C – TESTE DE APRENDIZAGEM..... 106
APÊNDICE D – ROTEIRO DA RODA DE CONVERSA..... 107
ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL (TAI)..... 108
ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)... 109
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) 113
ANEXO D – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP..... 115

1 INTRODUÇÃO

A prática docente no Ensino Médio sempre esteve no centro dos debates sobre a educação no Brasil, de forma mais comum, a qualidade do ensino dos alunos do ensino médio, sobretudo nas disciplinas de matemática e língua portuguesa. São muitos os desafios nesse setor, mas um que se destaca é a dificuldade dos alunos em entender e interagir com os temas abstratos da matéria, especialmente os conceitos da Geometria. Considerando isto, esta pesquisa intenta analisar o origami como um recurso didático que auxilie no ensino de conceitos geométricos a estudantes do 1º ano do ensino médio, incentivando uma aprendizagem concreta baseada no lúdico, na lógica e na capacidade educacional da interação entre o aluno e sua realidade.

O uso do origami - a arte japonesa da dobradura - no ensino da Matemática pode ser uma boa forma de abordar conceitos de Geometria, facilitando a curiosidade, a visualização e a compreensão dos conteúdos. Ao unir a manipulação prática de formas e figuras às propriedades geométricas, o aluno tem a chance de compreender os conceitos de forma mais profunda, através da investigação das relações espaciais, simetrias, ângulos e proporções. Este caminho, une o trabalho manual ao pensamento matemático, facilitando o raciocínio lógico através da atividade.

É sabido que, durante os anos de estudos, vários alunos encontram muitas dificuldades diante de questões que exigem abstração, nas diversas habilidades no estudo da Geometria. Essas dificuldades podem estar relacionadas à necessidade de transitar entre diferentes formas de representação dos objetos matemáticos, uma vez que “a compreensão em matemática implica a capacidade de mudar de registro de representação.” (Duval, 2003, p. 85). O ensino desse campo da Matemática no Ensino Médio apresenta desafios significativos, entre eles a falta de interesse dos estudantes com as metodologias convencionais de aprendizagem. As abordagens atuais, normalmente dependem de uma explicação teórica e exercícios repetitivos, que nem sempre conseguem captar a atenção dos alunos e incentivar uma aprendizagem verdadeira.

Reconhecendo esse ambiente, torna-se necessário buscar estratégias de ensino que tornem o ensino da geometria mais acessível, concreto e atraente. Ao

tornar esses conteúdos mais concretos, visuais e significativos, o origami pode oferecer caminhos que favoreçam o entendimento, o envolvimento e o encantamento dos estudantes. Refletir sobre essa possibilidade nos convida a considerar formas mais sensíveis e criativas de ensinar e aprender. Guiado por essas questões, surge o problema desta pesquisa: Como o uso do origami pode contribuir para a melhoria da compreensão de conceitos geométricos no ensino médio, em comparação com as abordagens convencionais?

A pesquisa alinha-se com as diretrizes da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), no Art.35, quando estabelece que o Ensino Médio deve garantir aos alunos a solidez e a expansão do saber do fundamental, tornando possível o avanço nos estudos, além de preparar para uma vida em sociedade. Outra conexão desta pesquisa se dá com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio , com foco em Matemática, que salientam a necessidade de atividades que incentivam a lógica, a criatividade, a solução de problemas e a criação de modelos, o que reforça, muito, a importância desta dissertação.

Neste cenário, o origami, surge como um recurso didático que junta o saber da ciência, a arte, o lúdico e a cidadania, estimulando a interdisciplinaridade e o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

Importante registrar, que para esta investigação, foi realizado um estudo na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e no Catálogo da CAPES, com o propósito de identificar pesquisas anteriores sobre o uso do origami para o ensino de perímetros e áreas e sobre as diferentes metodologias utilizadas.

Dessa forma, esta dissertação visa, em geral, investigar como o origami pode ajudar no ensino e na aprendizagem de geometria em turmas do 1º ano do Ensino Médio. O objetivo geral deste trabalho de pesquisa é analisar como a utilização do origami pode contribuir para a compreensão e ensino de conceitos da geometria, especialmente, perímetro e área de figuras planas, no contexto do ensino médio, proporcionando uma abordagem prática e visual que facilita a aprendizagem dos alunos. Como objetivos específicos, pretende-se analisar o impacto do origami no entendimento dos alunos sobre conceitos geométricos como simetrias, transformações geométricas, perímetros e áreas de retângulos, quadrados e

triângulos; desenvolver um produto educacional: “Geometria em Dobras: Explorando Conceitos Geométricos através do Origami”, uma sequência didática visando promover a compreensão de forma concreta, visual e lúdica de conceitos fundamentais da geometria.

Esta dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, acrescidos das referências, apêndices e anexos, com o propósito de expor de maneira integrada o percurso teórico, metodológico e prático desenvolvido durante a pesquisa.

No capítulo inicial, apresenta-se a Introdução, na qual são abordados o contexto que motivou o estudo, a questão de pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa do trabalho e a importância do uso do origami como recurso pedagógico para o ensino da Geometria no Ensino Médio. Também se descrevem o produto educacional elaborado e suas finalidades no âmbito da Educação Matemática.

O segundo capítulo reúne o Referencial Teórico, que embasa a investigação a partir das contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, da pedagogia dialógica de Paulo Freire e das reflexões sobre a utilização de materiais manipuláveis no ensino da Matemática.

Esse percurso foi estruturado de modo a evidenciar a articulação entre teoria, prática pedagógica e reflexão crítica, aspectos fundamentais para a construção de uma proposta de ensino que contribua para a aprendizagem significativa da Geometria por meio do origami. Além do mais, discutem-se elementos referentes ao ensino de Geometria no Ensino Médio e às possibilidades pedagógicas do origami enquanto estratégia de aprendizagem.

No terceiro capítulo expõe-se o Estado da Arte, elaborado por meio do levantamento e da análise de dissertações e estudos que examinam a aplicação do origami no ensino da Matemática e da Geometria. Essa revisão possibilitou reconhecer tendências, contribuições e lacunas na produção acadêmica, fundamentando a pertinência desta investigação.

O quarto capítulo apresenta a Metodologia da Pesquisa, caracterizando-a como estudo qualitativo, de caráter interventivo, realizado a partir da abordagem de

pesquisa-ação. Descrevem-se o contexto investigativo, os participantes, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos adotados para a execução da sequência didática.

Neste capítulo também apresentamos a organização do produto educativo e descrevemos as atividades realizadas ao longo da intervenção.

O quinto capítulo apresenta Produto Educacional, onde descrevemos as atividades realizadas ao longo da intervenção, assim como os objetivos de cada sessão e suas respectivas etapas.

Finalmente, o sexto capítulo traz as Considerações Finais, onde retomamos os objetivos da pesquisa, debatidas as principais contribuições do estudo para o ensino da Geometria e apontamos as limitações da investigação, além de sugerir possibilidades para estudos futuros que envolvam o uso do origami e de materiais manipuláveis na Educação Matemática.

Ao término da dissertação, apresentam-se as Referências, os Apêndices — com os instrumentos elaborados pelo pesquisador — e os Anexos, que agregam documentos suplementares empregados ao longo da execução da pesquisa e do produto educacional.

O percurso foi organizado de forma a destacar a interconexão entre a teoria, a prática pedagógica e a reflexão crítica, elementos essenciais para a elaboração de uma proposta de ensino que favoreça a aprendizagem significativa da Geometria por meio do origami.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO APRENDIZADO

A proposta pedagógica dessa dissertação surge de uma visão, de uma ideia de mundo, de uma crença sobre o que significa aprender e sobre qual o real propósito de ensinar os conceitos matemáticos na escola. Antes de conceituar o origami como recurso didático ou de apresentar os dados coletados em campo, faz-se necessário explicitar as bases teóricas que esta pesquisa se apoia. São dois pilares fundamentais: a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Pedagogia Freireana. Perspectivas que se complementam de maneira notável, enquanto Ausubel nos apresenta a arquitetura cognitiva do aprendizado, Freire dá rosto, voz e um propósito político para esse aprendizado.

2.1 A Aprendizagem Significativa segundo David Ausubel

Um grande problema enfrentado por professores é o fato que a grande maioria dos alunos, ao saírem de uma aula de Matemática e ao chegarem em suas casas, já não conseguem reproduzir ou sequer, lembrar o que foi explicado, sem que isso signifique descaso ou falta de capacidade cognitiva. Inegavelmente, algo na engrenagem pedagógica falhou. Esse fenômeno, que qualquer professor experiente reconhece como apatia, foi o objeto central das investigações de David Paul Ausubel (1918–2008), psicólogo educacional norte-americano cuja obra transformou profundamente a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem.

Para Ausubel, existe uma diferença fundamental entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. A primeira ocorre quando o aluno memoriza informações de forma arbitrária, sem associá-las a nada que já conhece, como ocorre quando o aluno precisa decorar fórmulas sem compreender sua origem ou utilidade. A segunda, ao contrário, acontece quando o novo conhecimento se ancora de maneira orgânica e substantiva à estrutura cognitiva já existente no aprendiz. Em suas próprias palavras: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra-o e ensine-o de acordo.” (Ausubel, 2003, p. 85)

Essa afirmação, aparentemente simples, tem implicações pedagógicas enormes. Ela desloca o centro da prática docente do conteúdo para o sujeito que aprende. Não importa apenas o que o professor sabe ou o que está previsto no

currículo: importa, antes de tudo, o que o aluno já carrega consigo ao entrar na sala de aula. Esse repertório prévio que Ausubel chama de *estrutura cognitiva* — é o terreno onde um novo conhecimento será plantado. Assim como na agricultura, se o solo não for preparado, a semente não germina.

Ausubel identifica dois tipos de relações entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio. Na *aprendizagem subordinada*, o novo conceito se encaixa como subconjunto de um conceito mais amplo já existente na estrutura cognitiva — como quando um aluno que já sabe o que é área de um quadrado aprende, a partir daí, a calcular a área de um retângulo. Na *aprendizagem superordenada*, ocorre o inverso: o novo conceito é mais abrangente que os anteriores e passa a organizá-los — como quando o aluno descobre que quadrado, retângulo e losango são, todos, casos particulares de um mesmo conceito, o paralelogramo. Há ainda a *aprendizagem combinatória*, em que o novo conceito se relaciona lateralmente com outros já existentes, sem hierarquia clara. Em todos os casos, o ponto de partida é o mesmo: o conhecimento que o aluno já possui.

Outro conceito central na teoria ausubeliana é o de *organizadores prévios*: materiais introdutórios que funcionam como pontes cognitivas entre o que o aluno já sabe e o que ele está prestes a aprender. Ausubel os define como "um material introdutório apresentado antes do próprio material de aprendizagem, em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusividade" (Ausubel, 2003, p. 11). No contexto desta pesquisa, o origami cumpre exatamente essa função: antes de formalizar o conceito de área de um triângulo, o aluno dobra o papel, observa as formas que se criam, mede com as próprias mãos — e é nesse gesto concreto que o conceito abstrato começa a fazer sentido.

Vale destacar também a distinção que Ausubel faz entre aprendizagem por *recepção* e aprendizagem por *descoberta*. Ao contrário do que se poderia supor, ele não condena a aprendizagem receptiva, o que ele critica é a aprendizagem mecânica, independentemente de como ela ocorre. Uma exposição oral bem planejada pode ser significativa; uma atividade prática mal-conduzida pode ser apenas mecânica. O que define a qualidade da aprendizagem não é o método em si, mas a presença ou ausência de conexões substantivas com a estrutura cognitiva do aluno. O origami, quando aplicado com intencionalidade pedagógica, é um convite à descoberta guiada:

o aluno age, observa e conclui, mas dentro de um roteiro cuidadosamente construído pelo professor.

A teoria de Ausubel foi posteriormente ampliada e refinada por Joseph Novak (1998), que introduziu os mapas conceituais como ferramentas para tornar visível a estrutura cognitiva dos alunos e facilitar a aprendizagem significativa. Novak propôs que aprender de forma significativa implica não apenas uma transformação cognitiva, mas também uma transformação afetiva: o aluno que aprende com significado sente prazer, curiosidade e pertencimento. Essa dimensão emocional da aprendizagem, muitas vezes negligenciada nas abordagens tradicionais, é precisamente o que o origami pode mobilizar. O encantamento de transformar uma simples folha de caderno em uma figura tridimensional carrega em si uma potência motivacional que nenhuma fórmula no quadro ou no caderno consegue reproduzir.

2.2 A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire

Enquanto Ausubel nos ensina como aprender, Paulo Freire nos provoca com uma questão anterior e mais urgente: para quê e para quem aprender?

Freire (1921–1997), educador brasileiro de projeção mundial, construiu ao longo de décadas uma pedagogia totalmente comprometida com a emancipação humana e que está muito longe de ser a praticada no Brasil. Sua obra nasce nas comunidades rurais do Nordeste brasileiro, onde adultos analfabetos aprendiam a ler o mundo antes de aprender a ler palavras.

O conceito mais conhecido de Freire, e provavelmente o mais incompreendido, é o de *educação bancária*[1]. Para Freire, a escola tradicional opera como um banco: o professor é o depositante e o aluno, o depositário. O conhecimento é tratado como mercadoria que se transfere, se acumula e se avalia em provas. Nesse modelo, o aluno é passivo, silenciado e domesticado.

[1] O conceito de educação bancária, formulado por Paulo Freire em *Pedagogia do Oprimido*, refere-se a um modelo tradicional de ensino em que o professor é visto como o detentor do conhecimento e os alunos como recipientes passivos que devem receber, memorizar e armazenar informações. Nessa perspectiva, o conhecimento é transmitido de forma unilateral, limitando a participação crítica e a construção autônoma do saber pelos educandos (Freire, 1987).

Freire é contundente ao criticar essa prática:

> Na visão bancária da educação, o saber é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão — a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual está se encontra sempre no outro. (Freire, 2019, p. 67)

A alternativa que Freire propõe é a *educação problematizadora*, ou educação libertadora, aquela que parte da realidade vivida pelos educandos, que provoca o diálogo e que reconhece em cada aluno um sujeito capaz de pensar, questionar e transformar o mundo. O professor não é mais o detentor do saber, mas o mediador de um processo coletivo de construção do conhecimento.

Essa virada pedagógica tem implicações diretas para o ensino de Matemática: não se trata de simplificar o conteúdo, mas de torná-lo vivo, dar sentido, relevante e conectado à experiência dos estudantes. Um dos conceitos mais potentes da obra freiriana é o de *diálogo*. Para Freire, o diálogo não é apenas uma técnica de comunicação, e sim uma postura ética e política. Dialogar significa reconhecer, valorizar, no outro um ser pensante, portador de saberes legítimos, ainda que diferentes dos saberes formalizados pela escola. Em Pedagogia do Oprimido, ele afirma que "o diálogo é o encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu" (Freire, 2019, p. 109). A oficina de origami, nessa perspectiva, é um espaço dialógico por excelência: alunos trabalham juntos, compartilham dificuldades, discutem soluções, constroem e reconstroem. O conhecimento surge da troca, não da transmissão.

Freire também nos ensina o conceito de *conscientização*, processo pelo qual o sujeito passa de uma percepção ingênua da realidade para uma percepção crítica. No contexto do ensino de Geometria, isso pode parecer distante, afinal, o que tem de político calcular a área de um triângulo ou de um quadrado? Mas Freire nos lembra que toda prática pedagógica é política: ela tanto pode reproduzir relações de opressão quanto abrir brechas de autonomia (Freire, 2019). Quando um aluno de escola pública periférica descobre, com as próprias mãos e o próprio raciocínio, que é capaz de compreender e aplicar conceitos matemáticos, algo nele muda. Ele começa a duvidar da narrativa que lhe foi imposta, a de que Matemática é para poucos, para os dotados, para os que têm talento. Essa dúvida é, em si só, um ato de conscientização.

Outra contribuição fundamental de Freire para esta pesquisa é o conceito de *inédito viável*[2], a ideia de que existem transformações ainda não realizadas, mas possíveis, que podem ser vislumbradas e perseguidas pela ação coletiva. O inédito viável desta dissertação é exatamente este: uma aula de Geometria em que os alunos não apenas aprendem fórmulas, mas se reconhecem como capazes de criar, investigar e descobrir. Uma escola em que o saber matemático não é barreira, mas porta.

2.3 Ausubel e Freire em diálogo: o origami como síntese pedagógica

À primeira vista, Ausubel e Freire podem parecer vozes de tradições muito distintas: o primeiro, psicólogo cognitivista norte-americano, preocupado com os mecanismos internos da aprendizagem; o segundo, pedagogo crítico brasileiro, preocupado com as condições sociais e políticas do ato educativo. No entanto, lidos com atenção, eles convergem em pontos essenciais que fundamentam esta pesquisa.

O primeiro ponto de convergência é o reconhecimento do sujeito que aprende como ponto de partida central e incontornável de qualquer prática pedagógica. Para Ausubel, ignorar o que o aluno já sabe, compromete a eficácia do processo de ensino; para Freire, ignorar o aluno, sua história, sua vivência e sua fala, é pedagogicamente opressor. Nos dois casos, a centralidade do educando é simultaneamente uma exigência técnica e ética.

O segundo ponto de convergência é a crítica à passividade. Ausubel distingue aprendizagem significativa de aprendizagem mecânica; Freire distingue educação libertadora de educação bancária. Em ambas as dicotomias, o que está em jogo é a qualidade da participação do aluno no processo: ele é agente ou paciente? Constrói ou recebe? Questiona ou reproduz? O origami, como recurso pedagógico, posiciona o aluno, inequivocamente, no polo ativo: não há como dobrar papel sem decidir tentar, sem comparar, sem errar e recomeçar.

[2] O conceito de **inédito viável**, desenvolvido por Paulo Freire, refere-se às possibilidades concretas de transformação da realidade que ainda não foram realizadas, mas que podem ser construídas por meio da ação crítica e consciente dos sujeitos. Trata-se da capacidade humana de superar situações-limite e criar novas formas de compreender e intervir no mundo, articulando esperança, reflexão e prática transformadora (Freire, 1987)

O terceiro ponto de convergência é a valorização do concreto como ponto de partida para o abstrato. Ausubel postula que a ancoragem em estruturas cognitivas existentes facilita a aprendizagem de novos conceitos; Freire defende que a leitura do mundo precede a leitura da palavra. Nos dois casos, o abstrato não é negado, ao contrário, é o horizonte a ser alcançado. Mas o caminho para chegar lá passa necessariamente pelo concreto, pelo vivido, pelo manipulável. O origami oferece exatamente esse ponto de partida: antes de falar em área, o aluno a vê; antes de falar em perímetro, ele o mede; antes de falar em triângulo, ele o cria com as próprias mãos.

Nessa perspectiva, o origami não é apenas um recurso lúdico ou um artifício motivacional. É uma estratégia epistemologicamente coerente com as duas teorias que fundamentam esta pesquisa. Ao manipular o papel, o aluno ativa seus conhecimentos prévios (Ausubel), age sobre o mundo e o transforma (Freire), e constrói, nesse processo, uma relação nova e significativa com o saber matemático.

2.4 Materiais manipuláveis no ensino da Matemática

A discussão sobre o uso de materiais concretos no ensino de Matemática é mais antiga do que se costuma supor. Nesse sentido, Maria Montessori, em *Pedagogia científica: a descoberta da criança*, obra originalmente publicada em 1909 e consultada, neste trabalho, na edição brasileira de 1965, defendia que a criança aprende pelo toque, pelo movimento e pela exploração sensorial, e desenvolveu um vasto repertório de materiais manipuláveis para esse fim. Décadas depois, Jerome Bruner (1960) propôs que o desenvolvimento cognitivo passa por três estágios representacionais: o ativo (*manipulação concreta*), o icônico (*imagem mental*) e o simbólico (*linguagem e símbolos formais*). É essa passagem direta para o simbólico, sem a mediação dos estágios anteriores, é precisamente o que torna a Matemática inacessível para tantos alunos.

No Brasil, Ubiratan D'Ambrósio (2001), um dos mais influentes educadores matemáticos do país, defende que o ensino de Matemática deve partir da *etnomatemática*: os saberes matemáticos presentes nas práticas culturais e

cotidianas dos alunos. Essa perspectiva reforça a importância de metodologias que conectem o conteúdo escolar à experiência vivida, e o origami, como prática cultural com raízes históricas profundas, é um exemplo particularmente feliz dessa conexão.

Pesquisas recentes têm evidenciado os benefícios dos materiais manipuláveis no ensino de Geometria especificamente. Segundo Lorenzato (2006), a manipulação de objetos físicos favorece o desenvolvimento da percepção espacial, a construção de conceitos geométricos e a capacidade de abstração. O autor defende que *"para muitos alunos, ver não é suficiente; é preciso tocar, manusear, construir"* (Lorenzato, 2006, p. 23). Essa afirmação encontra respaldo tanto na neurociência cognitiva contemporânea, que demonstra o papel crucial da memória motora na consolidação de aprendizagens, quanto na experiência cotidiana de qualquer professor que já viu um aluno "entender" um conceito no momento em que passou a manipulá-lo fisicamente.

No campo específico do origami educacional, destaca-se o trabalho pioneiro de Sundara Row (1893), que já no século XIX explorava as dobraduras de papel como ferramenta para o ensino de Geometria. No contexto contemporâneo, pesquisadores como Boakes (2009) e Cornelius e Tubis (2006) têm documentado os efeitos positivos do origami no desenvolvimento do raciocínio espacial, na compreensão de frações, na exploração de simetrias e na aprendizagem de propriedades de polígonos. No Brasil, trabalhos como os de Pereira (2014) e Lima (2018) têm investigado o uso do origami em escolas públicas, com resultados que apontam para ganhos significativos não apenas na compreensão dos conteúdos, mas também na motivação e no engajamento dos estudantes.

É importante, fazer uma ressalva: o uso de materiais manipuláveis não é, por si só, uma garantia de aprendizagem significativa. Como alerta Fiorentini e Miorim (1990), o material concreto pode se tornar um fim em si mesmo, uma atividade lúdica desconectada dos conceitos que deveria ilustrar. Para que o origami cumpra sua função pedagógica, é imprescindível que o professor planeje com cuidado a articulação entre a manipulação e a formalização matemática, garantindo assim, que o gesto se transforme em conceito, e o conceito, em aprendizagem duradoura.

2.5 A História do Origami: da tradição à prática educativa

2.5.1 A origem do papel e o desenvolvimento das práticas de dobradura

O origami, atualmente chamado como a arte de dobrar papel, constitui uma prática cultural cujas raízes históricas se confundem ao próprio desenvolvimento e à disseminação do papel. Embora muitas vezes seja vinculado à cultura japonesa, sua história é significativamente mais complexa, abrangendo diversos estilos de dobradura criados em diferentes regiões do mundo. Assim, analisar a trajetória histórica do origami permite observar que seu uso contemporâneo ultrapassa a esfera estritamente artística e recreativa, estendendo-se a áreas como educação, matemática, engenharia e ciências. A palavra origami provém do japonês e decorre da junção dos termos oru, que significa “dobrar”, e kami, que significa “papel”. No entanto, a relação entre o termo japonês e a prática de dobrar papel não implica que todas as técnicas de dobradura tenham se originado no Japão. Hull, Martin e Lang (2010) afirmam que a história da dobradura de papel entrelaça-se com a própria trajetória do papel, cuja invenção é comumente atribuída à China, no início da era cristã. Ao longo dos séculos, a difusão das técnicas de fabricação do papel pelo continente asiático e, mais tarde, pela Europa, favoreceu que diferentes culturas criassem modos próprios de empregar e transformar esse material.

O processo de produção do papel surgiu primeiramente na China e, em seguida, espalhou-se para outras áreas da Ásia. De acordo com Needham (1985), citado em pesquisas históricas sobre a disseminação do papel, o aperfeiçoamento dessa tecnologia abriu espaço para usos do material além da escrita. Esse conhecimento técnico expandiu-se de forma gradual, alcançando a Ásia Central e, depois, o mundo islâmico e a Europa. A circulação dessas técnicas é crucial para explicar a existência de diferentes tradições relacionadas à manipulação e a dobradura de papel.

No Japão, o papel foi introduzido por volta do século VII, provavelmente vindo por meio da Península Coreana, e passou por um percurso de desenvolvimento próprio. A produção do washi, o papel tradicional japonês, favoreceu a utilização do material em diferentes expressões culturais. Nishida (2019) salienta que a dobradura de papel está presente na cultura japonesa desde a chegada do papel e das técnicas de fabricação, no século VII, desempenhando ao longo do tempo funções simbólicas,

religiosas, artísticas e educativas.

2.5.2 O Origami na cultura japonesa e sua expansão para o Ocidente

É importante ressaltar que, nos primeiros períodos de uso no Japão, a dobradura de papel não apresentava necessariamente as características do origami lúdico conhecido atualmente. O papel servia para objetos cerimoniais, embalagens, cartas e variadas formas de ornamentação. A própria tradição japonesa documenta o emprego de dobraduras em contextos formais e religiosos. De acordo com a Japan Origami Academic Society, também conhecida como Origami Tanteidan – é a principal organização sem fins lucrativos do Japão dedicada, ao estudo e a preservação do origami – não é possível determinar com precisão em que momento o origami surgiu em terras japonesas, embora existam relatos históricos sobre o uso do papel para esse fim.

A relação entre o origami e as práticas religiosas também merece destaque. Durante certos períodos da história japonesa, dobraduras de papel foram usadas em cerimônias e como elementos simbólicos. Um exemplo que permanece até hoje é o noshi, uma pequena decoração de papel dobrado tradicionalmente associada à apresentação de presentes. Esse aspecto mostra que, desde seus primeiros desenvolvimentos, o ato de dobrar papel esteve ligado não só à recreação, mas também a formas de expressão cultural e simbólica.

Paralelamente ao desenvolvimento das tradições japonesas, práticas de dobradura também foram observadas na Europa. Pesquisas históricas apontam que as tradições oriental e ocidental de dobradura tiveram trajetórias parcialmente independentes por muito tempo. Hatori (2011) argumenta que, para a questão histórica, talvez não seja o mais adequado apenas responder “quem inventou” a dobradura de papel, mas compreender de que maneira diferentes tradições se desenvolveram e posteriormente estabeleceram relações entre si. Há evidências de práticas de dobradura na Europa desde pelo menos o final da Idade Média, incluindo representações e objetos de papel dobrado.

Nesse sentido, não é possível afirmar de forma categórica que o origami seja exclusivamente uma invenção japonesa. O que a história mostra é a existência de tradições diferentes de dobradura, que mais tarde estabeleceram relações e influências mútuas. Com a abertura do Japão para um contato mais intenso com o

Ocidente, especialmente durante a segunda metade do século XIX, houve uma aproximação entre as tradições japonesa e europeia de dobradura. Esse movimento contribuiu para a formação do origami moderno como uma prática internacional.

2.5.3 A inserção do Origami no campo educacional

No fim do século XIX e no começo do século XX, a dobradura de papel também passou a ocupar espaço no campo educacional. Um aspecto importante dessa fase foi sua aproximação com propostas pedagógicas voltadas à infância. Nishida (2019) mostra que o origami foi incorporado às práticas educativas japonesas ao longo de cerca de 140 anos, relacionando-se a transformações na educação infantil e à influência de ideias pedagógicas estrangeiras. A atividade de dobrar papel passou, assim, a ser compreendida também como possibilidade de desenvolvimento da coordenação motora, da percepção, da criatividade e da capacidade de seguir sequências de ações.

Essa aproximação entre dobradura e educação é especialmente relevante para esta pesquisa, pois mostra que o papel dobrado pode ir além de um simples objeto de produção artística. Ao realizar uma dobradura, a pessoa precisa observar e seguir instruções, estabelecer relações espaciais, reconhecer formas, comparar medidas e antecipar resultados. Essas características tornam o origami potencialmente importante para situações de aprendizagem em que se pretende integrar ação, percepção e a construção de conceitos.

No século XX, o origami passou por uma transformação marcante, deixando gradualmente de ser entendido apenas como uma prática tradicional ou recreativa e se consolidando também como um campo de criação artística e de investigação. Nesse processo, se destaca o trabalho do japonês Akira Yoshizawa (1911–2005), considerado uma das figuras fundamentais do origami moderno. Yoshizawa desenvolveu novas formas de criação e representação das dobraduras e ajudou para a disseminação internacional do origami como uma manifestação artística. Sua participação também foi importante para o estabelecimento de métodos de representação das etapas de construção das figuras, favorecendo a comunicação das técnicas entre diferentes praticantes.

A internacionalização do origami ganhou força especialmente a partir da segunda metade do século XX. Nos Estados Unidos, Lillian Oppenheimer

desempenhou um importante papel nesse processo. Após conhecer o origami na década de 1950, Lillian passou a promover a prática e estabeleceu contatos com artistas e pesquisadores de diferentes países. Em 1958, ela fundou o Origami Center, instituição que contribuiu para a circulação de informações, livros e técnicas relacionadas à dobradura.

A consolidação do origami como prática internacional contribuiu para ampliar suas possibilidades de utilização. Atualmente, a dobradura de papel está presente em atividades artísticas, recreativas, educativas e científicas.

2.5.4 Origami e Matemática: das dobraduras aos conceitos geométricos

A partir desse processo histórico, o origami passou também a estabelecer relações mais estreitas com a Matemática. As dobras geram linhas, ângulos, polígonos, simetrias, congruências e diversas relações métricas, permitindo que conceitos geométricos sejam observados e investigados a partir de uma experiência concreta. Hull, Martin e Lang (2010) argumentam que, ao analisar a conexão entre dobradura e matemática, o estudo matemático do origami constitui um domínio que abrange aspectos geométricos, algorítmicos e computacionais.

Essa combinação entre o origami e a Matemática torna-se especialmente relevante no ensino de Geometria. Ao dobrar uma folha, o aluno é capaz de construir e visualizar distintas figuras geométricas, perceber relações de simetria, reconhecer segmentos e ângulos e explorar propriedades que, quando tratadas de modo puramente abstrato, podem ser mais difíceis de apreender. Nessa perspectiva, o papel passa a funcionar como um suporte para a representação e exploração de conceitos matemáticos.

No contexto desta pesquisa, essa característica histórica pedagógica do origami é particularmente relevante. A proposta não utiliza a dobradura apenas como atividade recreativa, mas como recurso para favorecer a investigação de conceitos relacionados ao perímetro e à área de figuras planas. As atividades desenvolvidas procuram transformar as dobras em situações de observação, medição, comparação, decomposição e composição de figuras, aproximando a experiência concreta dos conceitos matemáticos estudados.

Dessa forma, a trajetória histórica do origami permite compreender sua passagem de uma prática cultural associada a usos cerimoniais, formais e recreativos

para uma atividade que também pode assumir funções artísticas, educativas e científicas. Essa transformação contribui para fundamentar sua utilização como ferramenta pedagógica, sobretudo em propostas que valorizam a participação ativa do estudante e a construção de relações entre diferentes formas de representação.

Assim, conhecer a história do origami não significa apenas recuperar a trajetória de uma manifestação cultural. Representa também compreender como uma prática inicialmente associada a diferentes usos sociais do papel foi gradualmente ressignificada em diferentes contextos, inclusive no campo educacional. É justamente essa capacidade de assumir novos significados e estabelecer relações entre ação, representação e conhecimento que sustenta a utilização do origami como ferramenta pedagógica no ensino de Geometria proposta neste trabalho.

2.6 O ensino de Geometria no Ensino Médio: entre o currículo e a realidade

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018, representa a tentativa mais recente de organizar e orientar o currículo da Educação Básica no Brasil. No que diz respeito à Matemática, a BNCC (Brasil, 2018) estrutura os conteúdos em cinco grandes unidades temáticas: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística. A Geometria ocupa um lugar de destaque nessa organização, sendo reconhecida como campo essencial para o desenvolvimento do raciocínio espacial, da capacidade de modelagem e da compreensão do mundo físico.

Para o Ensino Médio, a BNCC prevê, entre as habilidades relacionadas à Geometria, que os estudantes sejam capazes de " [...]resolver e elaborar problemas sobre polígonos, envolvendo o cálculo de perímetros e áreas, utilizando diferentes estratégias, como decomposição em figuras conhecidas e composição em figuras mais simples" (Brasil, 2018, p. 533). Essa habilidade — que é precisamente o foco desta pesquisa — requer não apenas o domínio de fórmulas, mas a capacidade de visualizar, compor e decompor figuras: competências que o origami desenvolve de maneira natural e intuitiva.

No entanto, existe uma distância considerável entre o que a BNCC (Brasil, 2018) prescreve e o que acontece nas salas de aula das escolas públicas brasileiras. Essa distância é resultado de múltiplos fatores: formação docente insuficiente,

escassez de recursos materiais, turmas superlotadas, jornadas de trabalho extenuantes e uma herança histórica de currículo enciclopédico e descontextualizado. Reconhecer essa realidade não é pessimismo: é honestidade. E é a partir dessa honestidade que propostas como a desta dissertação ganham sentido, não como soluções mágicas, mas como apostas concretas e viáveis de mudança.

O ensino de Geometria, em particular, sofreu historicamente um processo de marginalização no currículo escolar brasileiro. Pesquisas como as de Pavanello (1993) e Lorenzato (1995) documentaram esse fenômeno ainda nos anos 1990, apontando que a Geometria era frequentemente deixada para o final do ano letivo - e, portanto, raramente ensinada de fato. Embora a situação tenha melhorado com as reformas curriculares subsequentes, o problema persiste em muitas escolas: a Geometria continua sendo tratada como apêndice da Álgebra, reduzida à memorização de fórmulas sem compreensão conceitual.

É nesse contexto que a proposta pedagógica desta dissertação se insere. Usar o origami para ensinar perímetro e área, constitui uma alternativa pedagógica fundamentada em evidências teóricas e empíricas, é uma resposta ao diagnóstico de que os caminhos tradicionais não têm sido suficientes. É uma aposta de que o aluno que dobra, mede, compara e questiona aprende de forma mais profunda, mais duradoura e mais prazerosa do que aquele que copia fórmulas e resolve exercícios repetitivos. E é, acima de tudo, uma afirmação de que a escola pública pode ser um espaço de descoberta e de transformação.

3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O ESTADO DA ARTE

Com o objetivo de entender melhor como o origami pode ser usado para ensinar Geometria, fizemos uma busca em duas grandes bases de dados acadêmicos: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Procuramos por pesquisas que usassem dobraduras como uma ferramenta para ensinar conceitos geométricos na Educação Básica.

Essa busca nos levou a encontrar doze dissertações feitas entre 2015 e 2022, no entanto nenhum outro trabalho sobre o uso do origami, foi encontrado no período compreendido do início de 2023 até a produção desta pesquisa. É claro que há um interesse crescente em usar o origami como uma ferramenta para ensinar Matemática. A maioria desses trabalhos investiga como as dobraduras podem ajudar a desenvolver a visão espacial, a compreensão de propriedades geométricas e a aprendizagem de conceitos de Geometria Plana e Espacial.

Quadro 1 - Levantamento de Teses e dissertações

BDTD	DISSERTAÇÃO	O ORIGAMI E SUAS DOBRAS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS MATEMÁTICOS	SHEILA ODISI FLEISCHMANN	2019	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
BDTD	DISSERTAÇÃO	ENSINO DE GEOMETRIA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO USO DO ORIGAMI	GIDEÃO TEIXEIRA QUEIROZ	2019	UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
BDTD	DISSERTAÇÃO	ORIGAMI: O USO COMO INSTRUMENTO ALTERNATIVO NO ENSINO DA GEOMETRIA	ALINE CLARO DE FREITAS	2016	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
BDTD	DISSERTAÇÃO	O USO DO ORIGAMI COMO RECURSO DIDÁTICO-METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA	MAGDA CRISTINA DE OLIVEIRA DIAS	2015	UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
BDTD	DISSERTAÇÃO	O USO DE DOBRADURAS COMO RECURSO PARA O ESTUDO DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS	KENIA CARLA BELO DOMINGUES GLOWECKI	2015	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA CAPES	DISSERTAÇÃO	EXPLORANDO PONTOS NOTÁVEIS DO TRIÂNGULO POR MEIO DE ORIGAMIS: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO NONO ANO	GABRIEL BERTOLDO DA SILVA	2022	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CATÁLOGO DE TESES E DISSERTAÇÕES DA CAPES	DISSERTAÇÃO	A INFLUÊNCIA DO USO DAS TÉCNICAS DE DOBRADURAS E DO USO DE MATERIAIS CONCRETOS NO ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL EM DUAS TURMAS DO 7° ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL.	CASSIO FERNANDES LINDOTE	2019	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Fonte: Elaborado pelo autor

Entre as obras estudadas, um dos estudos que mais se destacou foi o de Passaroni (2015), que apresentou várias construções geométricas feitas com dobraduras e discutiu como elas podem ser usadas na escola. Outro estudo

importante foi o de Dias (2015), que mostrou como o origami pode tornar o ensino mais dinâmico e fazer com que os alunos participem mais ativamente da aprendizagem.

Em 2015, Glowecki investigou como as dobraduras podem ser usadas para estudar conceitos geométricos e concluiu que a manipulação de materiais concretos ajuda a entender propriedades e relações matemáticas que geralmente são apresentadas de forma abstrata. Freitas (2016) também destacou a importância das dobraduras como uma estratégia para aumentar a participação dos alunos nas aulas de Matemática.

Outros estudos, como o de Tridapalli (2017) e Fleischmann (2019), exploraram as possibilidades de uso das dobraduras para ensinar conteúdos geométricos mais complexos. Já Queiroz (2019) e Lindote (2019) apresentaram propostas de ensino de Geometria baseadas no origami e destacaram suas contribuições para o desenvolvimento da percepção espacial e da capacidade de argumentação matemática.

Os estudos mais recentes, como os de Guimarães (2021), Santos (2021) e Ribeiro (2021), também destacaram o potencial do origami para promover aprendizagens significativas. Além disso, Silva (2022) desenvolveu uma experiência com alunos do nono ano do Ensino Fundamental e mostrou que as dobraduras podem ajudar a entender conceitos geométricos complexos.

Em geral, os estudos concordam que o origami é uma ferramenta pedagógica que pode ajudar a aprender Geometria por meio da manipulação concreta, da experimentação e da investigação matemática. No entanto, a maioria dos trabalhos se concentra em explorar conteúdos geométricos específicos ou apresentar atividades pontuais. Há poucas pesquisas que proponham sequências didáticas estruturadas e progressivas para o Ensino Médio.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da Pesquisa

Esta dissertação está inserida no campo das pesquisas de natureza qualitativa, de perfil interpretativo, desenvolvida sob a perspectiva da pesquisa-ação (Thiollent, 1986). Segundo Thiollent (1986, p. 14), a pesquisa-ação é uma investigação baseada na realidade, feita em conjunto com a comunidade para resolver problemas concretos, no qual os pesquisadores e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A escolha por esse tipo de pesquisa se justifica pela natureza interventiva do trabalho. O pesquisador, que é também o professor da turma, planeja, executa e reflete sobre uma sequência didática com o objetivo de transformar a prática pedagógica e promover aprendizagens mais significativas. Teoria e prática caminham juntas ao longo de todo o processo, em consonância com os ciclos de ação-reflexão-ação que caracterizam a metodologia de Thiollent (1986).

Para a análise dos dados produzidos ao longo da intervenção, recorre-se à análise de conteúdo nos moldes propostos por Bardin (2011), que consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens.

4.2 Contexto e Participantes da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual Dr. Albert Sabin, escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro, localizada na região central do bairro de Campo Grande, Zona Oeste da cidade. A escola atende majoritariamente estudantes provenientes de famílias de média e baixa renda, contexto que confere especial relevância a propostas pedagógicas que valorizem o engajamento, a criatividade e o trabalho colaborativo.

Os participantes foram os alunos de uma turma do 1º ano do Ensino Médio, com trinta estudantes, faixa etária entre quinze e dezessete anos, regularmente

matriculados e frequentes. A escolha por essa etapa escolar se deve ao fato de que os conteúdos de perímetro e área de figuras planas integram o currículo do Ensino Fundamental, mas frequentemente chegam ao Ensino Médio com significativas defasagens, exigindo estratégias diferenciadas de retomada e aprofundamento.

O pesquisador atuou como professor-pesquisador da turma, o que lhe permitiu uma observação participante contínua ao longo de toda a intervenção. Essa dupla condição, professor e pesquisador, é característica da pesquisa-ação e implica, conforme ressaltam Barbier (2007) e Thiollent (1986), uma postura de escuta ativa, disponibilidade para redirecionar o planejamento em função das demandas do grupo e compromisso ético com os participantes.

A participação dos estudantes foi voluntária, sendo assegurados o anonimato e o sigilo das informações pessoais, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa com seres humanos. Os responsáveis pelos alunos menores de dezoito anos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

4.3 Fundamentação da escolha

A escolha do origami como recurso didático para o ensino de perímetro e área de figuras planas encontra fundamento em uma concepção de ensino que privilegia a aprendizagem ativa, a manipulação concreta e o diálogo como eixo estruturante da prática pedagógica. Essa concepção encontra ressonância tanto na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel quanto na pedagogia dialógica de Paulo Freire.

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se ancora em estruturas cognitivas previamente existentes, denominadas subsunçores. O origami, ao mobilizar formas geométricas familiares ao cotidiano dos estudantes, cria pontes entre o saber intuitivo e o conhecimento matemático formal, favorecendo esse processo de ancoragem. As dobraduras tornam visíveis e táteis conceitos que muitas vezes permanecem abstratos nos livros didáticos.

Freire (2005), por sua vez, propõe que o ato educativo autêntico é dialógico: educador e educandos, juntos, nomeiam o mundo e constroem conhecimento a partir da realidade vivida. Nessa perspectiva, o origami não é apenas um suporte didático, mas um convite ao diálogo: os estudantes trocam experiências, erram juntos, descobrem regularidades e constroem coletivamente o significado das figuras que dobram e medem. O processo de dobrar o papel e calcular suas dimensões transforma-se, assim, em um ato de criação compartilhada.

Pedagogicamente, o origami oferece ainda vantagens adicionais: estimula a coordenação motora fina, desenvolve o raciocínio espacial, favorece a concentração e *reduz a ansiedade matemática*[3] frequentemente relatada pelos estudantes. A dimensão lúdica da atividade abre espaço para que alunos com diferentes perfis de aprendizagem se envolvam de maneira autêntica e prazerosa, sem a pressão performativa das avaliações tradicionais.

4.4 A Sequência Didática

A sequência didática foi desenvolvida com a intenção de auxiliar a aprendizagem dos conceitos geométricos por meio da prática do origami, explorando as potencialidades das dobraduras como recurso pedagógico capaz de integrar experimentação, investigação e construção do conhecimento matemático. Fundamentada nos princípios da aprendizagem significativa de Ausubel, na socioconstrutividade de Vygotsky e na dialogicidade de Freire, a proposta busca aproximar os estudantes da Geometria por meio de atividades concretas que favorecem a observação, a reflexão e a descoberta.

Estruturada em oito aulas progressivas, com duração de 50 minutos cada, começando por momentos de diálogo e de sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Matemática, Geometria e dobraduras, logo nas duas primeiras aulas da sequência. Essas fases diagnósticas são essenciais para compreender as concepções iniciais dos participantes e fomentar um ambiente de engajamento ativo,

[3] Estudos indicam que o uso pedagógico do origami pode favorecer o desenvolvimento da coordenação motora fina, das habilidades de visualização espacial e da concentração, além de contribuir para a redução da ansiedade matemática e para uma relação mais positiva dos estudantes com a aprendizagem da Matemática (Kishimoto *et al*., 2014; Ridgley *et al*., 2025)

no qual os estudantes assumam papel central em seu próprio processo de aprendizagem.

Por meio da transformação de folhas de papel, os alunos são convidados a explorar conceitos como área, perímetro, congruência, equivalência de áreas, simetria, proporcionalidade e visualização espacial. As atividades foram planejadas de modo a possibilitar a construção gradual desses conceitos, permitindo que os estudantes observem regularidades, formulem hipóteses, realizem medições e estabeleçam relações entre as figuras obtidas.

4.4.1 Conhecendo o Caminho: Diálogo, Investigação e Geometria

As duas primeiras aulas, com 50 minutos de duração cada, cumpriram um papel indispensável no conjunto da sequência didática: inaugurar o processo de pesquisa junto aos estudantes e mapear, com a maior fidelidade possível, os conhecimentos sobre o qual a intervenção se apoiaria. Esses dois movimentos, apresentar e escutar, não foram planejados como etapas separadas, mas como gestos simultâneos de uma mesma abertura pedagógica: antes de ensinar, era preciso conhecer; antes de propor, era preciso dialogar, mas nada impede que sejam trabalhados em momentos diferentes.

O encontro teve início com uma conversa informal logo na primeira aula, na qual o professor-pesquisador apresentou, em linhas gerais, os objetivos da pesquisa e o percurso que seria trilhado nas semanas seguintes. Optou-se deliberadamente por uma linguagem acessível e próxima da realidade dos alunos, evitando o tom expositivo e acadêmico que costuma marcar as apresentações em sala de aula. A intenção era, desde o primeiro momento, instaurar um clima de confiança mútua e curiosidade genuína, condições que Freire (2005) considera indispensáveis para que o diálogo educativo seja autêntico e transformador. Os estudantes foram informados sobre o caráter voluntário da participação, sobre o uso que seria feito das informações coletadas e sobre o compromisso com o anonimato, em conformidade com o TCLE assinado pelos responsáveis e o TALE assinado peles discentes.

Em seguida, na segunda aula do dia, foi realizado o diagnóstico dos

conhecimentos prévios, por meio de um questionário estruturado pelo professor-pesquisador e aplicado individualmente. O instrumento continha questões objetivas que solicitavam o cálculo de perímetro e área de figuras planas, em especial do quadrado, do retângulo e do triângulo, apresentadas com medidas explícitas, permitindo avaliar o domínio operacional das fórmulas. As questões foram dispostas em forma alternada de acordo com o grau de dificuldade e interpretação de cada uma, que sua vez, convidavam os estudantes a desenvolver vários conceitos. Essa combinação de questões foi intencional, ela permitiu ao professor-pesquisador acessar não apenas o desempenho formal dos alunos, mas também suas representações e experiências anteriores com o conteúdo, dimensões que, na perspectiva ausubeliana, constituem conhecimentos específicos preexistentes na estrutura cognitiva de um aluno, sobre os quais toda nova aprendizagem significativa precisa se ancorar (Ausubel, 2003).

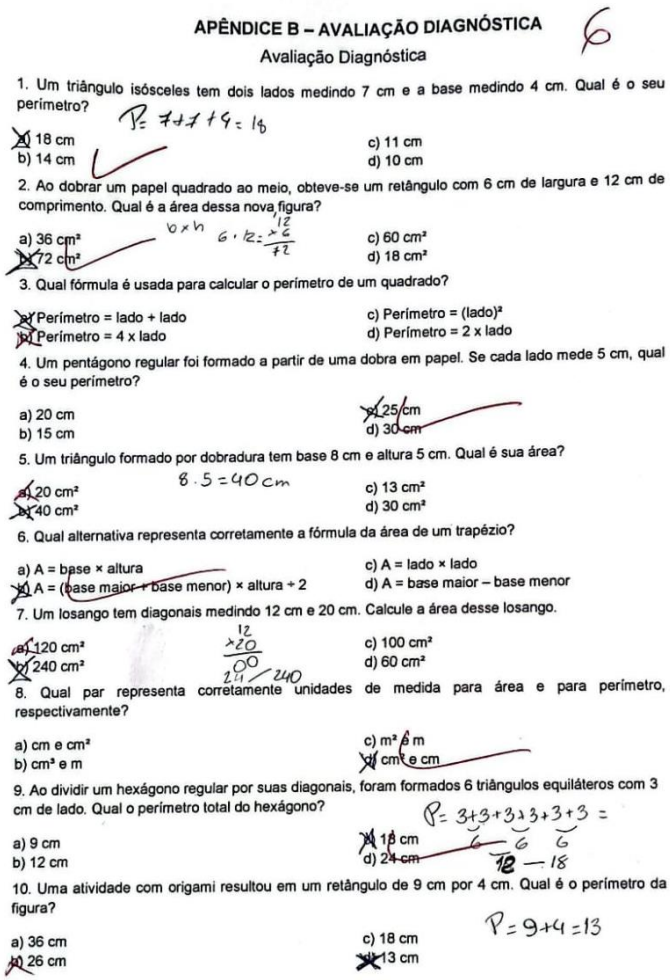
O instrumento, composto de dez questões objetivas envolvendo o cálculo do perímetro e da área de diferentes figuras planas, como triângulo, quadrado, retângulo, trapézio, losango, além de questões relacionadas às unidades de medida e à identificação de fórmulas geométricas. Tinha o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios da turma e fornecer recursos para o planejamento das atividades pedagógicas subsequentes.

4.4.2 Avaliação Diagnóstica

No início das atividades da sequência didática, foi aplicado um questionário objetivo, composto por 10 questões de diferentes níveis, para facilitar uma diagnose inicial do nível dos alunos sobre os conceitos desejados.

A análise preliminar das respostas mostrou um quadro já esperado, mas não menos revelador: a maioria dos estudantes demonstrou familiaridade superficial com as fórmulas de área e perímetro, sendo capaz de aplicá-las mecanicamente em situações simples, mas com dificuldades significativas.

Imagem 1 – Avaliação Diagnóstica.



APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Avaliação Diagnóstica

1. Um triângulo isósceles tem dois lados medindo 7 cm e a base medindo 4 cm. Qual é o seu perímetro?

a) 18 cm
b) 14 cm
c) 11 cm
d) 10 cm

2. Ao dobrar um papel quadrado ao meio, obteve-se um retângulo com 6 cm de largura e 12 cm de comprimento. Qual é a área dessa nova figura?

a) 36 cm²
b) 72 cm²
c) 60 cm²
d) 18 cm²

3. Qual fórmula é usada para calcular o perímetro de um quadrado?

a) Perímetro = lado + lado
b) Perímetro = 4 x lado
c) Perímetro = (lado)²
d) Perímetro = 2 x lado

4. Um pentágono regular foi formado a partir de uma dobra em papel. Se cada lado mede 5 cm, qual é o seu perímetro?

a) 20 cm
b) 15 cm
c) 25 cm
d) 30 cm

5. Um triângulo formado por dobradura tem base 8 cm e altura 5 cm. Qual é sua área?

a) 20 cm²
b) 40 cm²
c) 13 cm²
d) 30 cm²

6. Qual alternativa representa corretamente a fórmula da área de um trapézio?

a) A = base × altura
b) A = (base maior + base menor) × altura ÷ 2
c) A = lado × lado
d) A = base maior – base menor

7. Um losango tem diagonais medindo 12 cm e 20 cm. Calcule a área desse losango.

a) 120 cm²
b) 240 cm²
c) 100 cm²
d) 60 cm²

8. Qual par representa corretamente unidades de medida para área e para perímetro, respectivamente?

a) cm e cm²
b) cm³ e m
c) m² e m
d) cm² e cm

9. Ao dividir um hexágono regular por suas diagonais, foram formados 6 triângulos equiláteros com 3 cm de lado. Qual o perímetro total do hexágono?

a) 9 cm
b) 12 cm
c) 18 cm
d) 24 cm

10. Uma atividade com origami resultou em um retângulo de 9 cm por 4 cm. Qual é o perímetro da figura?

a) 36 cm
b) 26 cm
c) 18 cm
d) 13 cm

Fonte: Acervo do Autor.

Os resultados evidenciaram um desempenho inicial abaixo do esperado, com 40% de acertos e 60% de erros, revelando que a maioria dos estudantes apresentava dificuldades na resolução das questões propostas. Em diversas situações observou-se que os estudantes recorriam à memorização de fórmulas, mas encontravam dificuldades para identificar qual procedimento deveria ser utilizado em cada problema ou para justificar os cálculos realizados.

Tal comportamento reforça a constatação de que o ensino tradicional, centrado na repetição e massificação de fórmulas, frequentemente conduz a uma aprendizagem superficial, na qual o estudante "sabe fazer", mas não compreende efetivamente o significado matemático das operações que executa. Nesse sentido, os dados obtidos na avaliação diagnóstica constituíram um importante ponto de partida para a elaboração da sequência didática baseada no origami. A predominância de

erros indicou a necessidade de desenvolver estratégias que favorecessem uma aprendizagem mais significativa, possibilitando aos estudantes construir os conceitos geométricos por meio da manipulação, da experimentação e da visualização das figuras. Assim, os resultados do questionário inicial serviram não apenas para caracterizar o conhecimento prévio da turma, mas também como referência para a comparação com os resultados obtidos após a intervenção pedagógica, permitindo avaliar, de forma objetiva, os avanços promovidos pela metodologia adotada.

A última parte da aula foi dedicada a uma breve introdução ao origami. Com o objetivo de despertar a curiosidade dos estudantes e preparar o terreno afetivo e cognitivo para as atividades práticas que viriam, o professor-pesquisador apresentou um breve panorama histórico e cultural da arte das dobraduras. Explicou que o origami tem origem no Japão e que a palavra é formada pelas raízes japonesas *oru* (dobrar) e *kami* (papel), sendo praticado como forma de arte, meditação e expressão cultural há séculos.

Imagem 2 – A árvore dos Tsurus.



Fonte: Acervo do Autor. Obra criada e confeccionada pelo autor, utilizada no início da sequência didática para ilustração.

Na sequência, iniciou-se a etapa exploratória da atividade prática, onde foram entregues algumas folhas de papel A4 para cada grupo de estudantes. Antes da apresentação de qualquer modelo específico de origami, os participantes foram convidados a realizar dobraduras livres, explorando espontaneamente as

possibilidades oferecidas pelo papel. Essa proposta teve como objetivo favorecer um primeiro contato com a manipulação do material, permitindo que os estudantes experimentassem diferentes formas de dobrar, observar e transformar a folha de papel, sem a preocupação inicial com a obtenção de um produto final. Essa experiência, mostrou, por meio de exemplos concretos, a diversidade de formas que podem ser criadas a partir de uma única folha de papel, barcos, chapéus, figuras geométricas, estruturas tridimensionais sem formas definidas, sem o uso de cola ou tesoura.

Mais do que um dado histórico, esse momento teve a intenção de revelar o origami como uma linguagem capaz de materializar conceitos matemáticos abstratos: cada dobra produz ângulos, cada figura construída possui lados mensuráveis, áreas calculáveis e simetrias observáveis. Ao dobrar uma folha quadrada ao meio, por exemplo, o aluno produz espontaneamente dois retângulos congruentes, e com eles, uma situação concreta de equivalência de áreas que nenhum quadro é capaz de reproduzir com a mesma eficiência. Essa potência didática foi apresentada aos estudantes de forma intuitiva, por meio de demonstrações ao vivo, provocando reações de surpresa e interesse que indicaram um terreno favorável para o início das atividades práticas na sessão seguinte.

4.4.3 Aula 3 - O quadrado escondido na folha A4

As três aulas seguintes formaram o núcleo conceitual da sequência didática. Embora cada uma delas tivesse um objeto geométrico central — o quadrado, o retângulo e o triângulo, respectivamente —, elas não foram concebidas como blocos isolados de conteúdo, mas como etapas de um percurso progressivo e deliberadamente articulado, no qual cada figura aprendida fornecia elementos para a compreensão da seguinte. O fio condutor dessas três sessões foi o origami: a folha de papel, ao ser dobrada, medida, comparada e discutida, tornou-se o principal mediador entre a experiência sensível dos estudantes e a abstração matemática que se pretendia alcançar.

A terceira aula teve como ponto de partida a figura mais simples e mais simétrica do conjunto: o quadrado. Cada grupo de estudantes recebeu folhas de papel A4. Antes de qualquer instrução formal, o professor-pesquisador propôs uma questão

aparentemente simples: *"Vocês conseguem, a partir desse retângulo, fazer um quadrado sem o auxílio de uma régua?"* A pergunta, provocou um movimento espontâneo de investigação, os alunos começaram a sobrepor as folhas, a dobrar canto a canto, a comparar lados e ângulos com os próprios dedos. Esse momento inicial revelou, de imediato, que muitos estudantes possuíam uma noção intuitiva de quadrado, reconheciam a figura, mas não conseguiam articular com precisão o que a definia. A dobradura diagnóstica, antes mesmo de qualquer cálculo, funcionou como levantamento de subsunçores no sentido ausubeliano (Ausubel, 2003): o professor-pesquisador pôde observar o que os alunos já sabiam e o que ainda precisava ser construído.

Em seguida, os estudantes foram orientados a dobrar o canto superior direito da folha A4 em direção à borda direita, alinhando a borda superior com a borda lateral, formando assim um triângulo retângulo e um retângulo na parte inferior. A partir dessas medições, calcularam o perímetro, somando os quatro lados e a área, multiplicando lado por lado. O professor-pesquisador circulou pela sala, mediando as interações, fazendo perguntas que desmontavam respostas mecânicas: *"Por que você multiplicou por quatro? O que esse número representa?"* ou *"Se o lado dobrar de tamanho, o que acontece com a área?"* Essas perguntas não foram respondidas de imediato pelo professor, mas devolvidas ao grupo como situações-problema, gerando discussões entre os grupos.

O momento mais rico da sessão ocorreu quando os estudantes foram convidados a dobrar suas folhas ao meio, primeiro na horizontal, depois na diagonal. As dobras revelaram algo que nenhuma fórmula havia tornado visível até então, ao dobrar o quadrado pela diagonal, surgem dois triângulos retângulos isósceles congruentes; ao dobrar pela linha média, surgem dois retângulos. O quadrado, figura aparentemente simples, continha dentro de si outras figuras, e as dobras tornaram essa relação palpável, literalmente nas mãos dos alunos. Alguns estudantes perceberam, por conta própria, que a área de cada triângulo resultante era exatamente a metade da área do quadrado original. Essa descoberta, não foi imediatamente formalizada pelo professor, ela foi guardada como uma sementinha que germinaria nas sessões seguintes, quando o triângulo passasse a ser o objeto central de estudo. Ao final da sessão, a roda de conversa coletiva sistematizou as descobertas do grupo: os alunos verbalizaram as propriedades identificadas, o

professor-pesquisador introduziu a linguagem matemática formal correspondente e os registros foram organizados no caderno.

4.4.4 Aula 4 - Explorando as Propriedades do Retângulo

A quarta aula ampliou o repertório geométrico dos estudantes ao tomar o retângulo como objeto central, figura que, embora familiar, costuma ser confundida com o quadrado ou compreendida de maneira superficial, como "um quadrado mais comprido". O ponto de partida foi precisamente essa confusão: o professor-pesquisador apresentou ao grupo uma questão provocadora — *"O quadrado é um retângulo?"* — e pediu que cada aluno registrasse sua resposta antes de qualquer discussão. As respostas se dividiram, e a divergência de opiniões criou o contexto dialógico ideal para o aprofundamento conceitual. Freire (2005) nos lembra que o diálogo autêntico parte de situações que mobilizam genuinamente os sujeitos; e a questão sobre a relação entre o quadrado e o retângulo, longe de ser uma curiosidade abstrata, tocava diretamente nas representações que os alunos traziam consigo.

Para explorar as propriedades do retângulo, os estudantes receberam folhas quadradas e foram orientados a produzir retângulos por meio de dobraduras sucessivas, dobrando a folha ao meio uma vez, obtendo um retângulo de proporção 2:1; dobrando novamente, obtendo uma proporção 4:1; e assim por diante. A cada nova dobradura, mediam os lados da figura resultante, calculavam o perímetro e a área e registravam os valores em uma tabela comparativa. O exercício revelou algo conceitualmente fundamental: embora a área fosse sistematicamente reduzida à metade a cada dobra, o perímetro não seguia a mesma lógica — ele diminuía, mas de maneira desigual, pois um dos lados permanecia constante enquanto o outro se reduzia. Essa assimetria entre as variações do perímetro e da área foi um dos momentos de maior estranhamento cognitivo da sessão, vários alunos expressaram espanto ao perceber que figuras de mesma área podiam ter perímetros diferentes, e vice-versa.

A sistematização dessas observações na tabela comparativa foi fundamental para que os estudantes começassem a perceber o retângulo não como uma figura

estática, mas como uma relação dinâmica entre comprimento e largura, relação que determina tanto a área quanto o perímetro, mas de maneiras distintas. O professor-pesquisador aproveitou esse momento para introduzir, com base nos dados da tabela, a noção de que figuras geometricamente diferentes podem ser equivalentes em área: dois retângulos com dimensões distintas, mas produto comprimento × largura idêntico, podem possuir a mesma área, embora sejam figuras visivelmente diferentes. Essa ideia foi explorada por meio da sobreposição de dobraduras: os alunos recortaram dois retângulos de mesma área e os sobrepuseram de diferentes maneiras, verificando que as figuras não se encaixavam, o que confirmava que ter a mesma área não implica ter a mesma forma. A noção de congruência emergiu naturalmente desse experimento, sendo formalizada pelo professor ao final da roda de conversa coletiva.

Esta aula completou o ciclo das figuras planas elementares ao colocar o triângulo no centro da experiência. Se o quadrado e o retângulo haviam sido abordados a partir de suas formas completas, o triângulo foi introduzido de maneira oposta: como resultado de uma decomposição. O professor-pesquisador retomou a dobradura diagonal do quadrado, realizada na segunda sessão, e perguntou ao grupo: *"O que acontece com a área quando dobramos o quadrado ao meio pela diagonal?"* A resposta, que parte dos alunos já intuía, foi o ponto de partida para a construção do conceito de área do triângulo, não como uma fórmula decorada, mas como relação geométrica compreendida.

Imagem 3 – Investigando o Retângulo.



Fonte: Acervo do Autor.

Ao longo das aulas, um padrão foi se consolidando na dinâmica da turma, a manipulação concreta das dobraduras funcionava como provocador de questões que os alunos não formulavam espontaneamente em aulas expositivas. O papel, ao ser dobrado, cortado e comparado, criava situações de conflito cognitivo, momentos em que a intuição não coincidia com o resultado observado, que motivavam a busca por explicações mais rigorosas. Esse movimento, do concreto ao formal, da surpresa à sistematização, é precisamente o que Ausubel (2003) descreve como o processo de diferenciação progressiva: o conhecimento se amplia e se refina na medida em que novas experiências se articulam às estruturas cognitivas já existentes, modificando-as e enriquecendo-as. Ao mesmo tempo, a dimensão dialógica das rodas de conversa que encerravam cada sessão garantia que esse processo não fosse solitário, mas coletivo, construído no encontro entre as percepções individuais e o saber compartilhado do grupo, conforme o horizonte pedagógico traçado por Freire (2005).

4.4.5 Aula 5 - Do Papel ao Voo: Descobrindo a Geometria do Avião de Origami

A quinta aula ocupou um lugar singular na arquitetura da sequência didática, ao utilizar os conceitos geométricos trabalhados nas atividades anteriores nesta nova experiência de aprendizado. Enquanto nas etapas anteriores os alunos haviam examinado individualmente as características do quadrado, retângulo e triângulo através de dobraduras, nesta fase foram instigados a identificar essas formas em um processo de criação mais elaborado e relevante: a elaboração de um origami de avião. Era o momento de síntese, não a síntese formal e expositiva do professor que recapitula conteúdos, mas a síntese viva e autoral do estudante que cria, calcula e explica.

A proposta trouxe um progresso em comparação com as atividades anteriores, ao transferir a atenção da análise separada das figuras para a compreensão das interações entre elas durante a criação de um objeto concreto. Dessa forma, os alunos começaram a notar como diversas formas geométricas apareciam uma após a outra durante as dobraduras de tal modo que suas características poderiam ser empregadas para entender e descrever matematicamente cada fase do procedimento.

A dinâmica teve início com a apresentação do desafio de construir um aviãozinho de papel utilizando uma folha previamente preparada para a atividade.

Organizados em grupos de três ou quatro alunos, os participantes seguiram as etapas de construção do origami, sendo orientados a observar atentamente as transformações geométricas produzidas pelo professor-pesquisador a cada dobra. Durante esse percurso, deveriam identificar as figuras geométricas formadas, registrando a presença de retângulos e triângulos em diferentes fases da construção.

Entretanto, a atividade não ficou limitada ao reconhecimento visual das figuras. À medida que as formas surgiam, os grupos eram incentivados a calcular suas áreas e perímetros, utilizando os conhecimentos construídos nas sessões anteriores. Essa abordagem permitiu que os estudantes relacionassem as representações concretas produzidas pelas dobraduras às expressões matemáticas correspondentes, fortalecendo a compreensão dos conceitos geométricos trabalhados ao longo da sequência didática.

A construção do avião mostrou-se particularmente rica do ponto de vista pedagógico, uma vez que proporcionou situações em que uma mesma figura geométrica assumia diferentes configurações ao longo do processo de dobragem. Dessa forma, os estudantes puderam perceber que os conceitos de área, perímetro e forma geométrica não são elementos isolados, mas constituem um sistema de relações que se transforma conforme as modificações realizadas na figura inicial.

Essa proposta foi recebida de início com estranhamento. Parte dos estudantes, acostumada a atividades escolares com enunciados fechados e respostas únicas, manifestou inicialmente uma desorientação produtiva, a sensação de não saber por onde começar, que é também a sensação de quem está diante de um problema real, e não de um exercício roteirizado. O professor-pesquisador acolheu esse desconforto sem resolvê-lo prematuramente: em vez de indicar caminhos, fez perguntas que ajudavam cada grupo a organizar seu próprio raciocínio. *"Que figura vocês querem criar?"*, *"Que formas geométricas vocês precisariam para isso?"*, *"Como vocês vão calcular a área de uma figura que é feita de várias partes?"* Essas perguntas funcionaram como degraus na busca dos alunos em chegar ao resultado desejado.

À medida que os grupos avançavam no planejamento e na construção de suas composições, a sala foi gradualmente se transformando em um espaço de trabalho coletivo e barulhento, no melhor sentido, havia discussões sobre qual dobradura usar

para representar a lateral do avião, negociações sobre o tamanho proporcional das peças, correções mútuas de erros de medição, e momentos de genuína satisfação quando uma figura tomava a forma imaginada. Essas trocas entre os estudantes não eram ruído pedagógico, eram a própria aprendizagem acontecendo, na forma de comunicação matemática horizontal, entre pares, sem a mediação constante do professor.

A dimensão matemática da atividade revelou-se mais exigente do que muitos grupos haviam antecipado. À medida que as dobras iam surgindo, o professor-pesquisador pedia para calcular o perímetro das figuras geradas. Essas perguntas possibilitaram que a maioria dos alunos, percebessem que, calcular o perímetro de uma figura composta não é apenas somar os perímetros das partes, é identificar quais segmentos passam a ser internos à composição e, portanto, não integram o contorno da figura resultante. Esse raciocínio, aparentemente simples quando enunciado, mostrou-se desafiador na prática, vários grupos calcularam inicialmente o perímetro somando os perímetros de todas as peças separadamente, obtendo valores incorretos, e precisaram revisar seu raciocínio ao perceber que os lados compartilhados entre figuras adjacentes não faziam parte do contorno externo da composição. Esse erro, longe de ser um fracasso, foi um dos momentos mais ricos da sessão: ele revelou uma lacuna conceitual real e criou a necessidade genuína de compreendê-la, transformando o equívoco em ponto de partida para uma aprendizagem mais sólida.

O cálculo da área total apresentou um desafio de natureza diferente, mas igualmente revelador. Para figuras compostas, a área total corresponde à soma das áreas das partes individuais, e esse raciocínio aditivo, embora conceitualmente mais direto do que o cálculo do perímetro, exigiu dos estudantes a capacidade de decompor visualmente a figura, identificar cada peça componente, aplicar a fórmula correspondente e somar os resultados parciais.

Ao final da atividade, cada grupo apresentou os registros produzidos e compartilhou as estratégias utilizadas para identificar e calcular as medidas das figuras encontradas. Esse momento favoreceu a socialização dos resultados, a argumentação matemática e a confirmação dos procedimentos empregados. Mais do que construir um objeto de papel, os estudantes foram convidados a interpretar

matematicamente cada etapa de sua construção, consolidando conhecimentos geométricos por meio de uma experiência prática, investigativa e significativa.

As composições foram expostas sobre as carteiras, formando uma espécie de galeria improvisada na própria sala de aula. Cada grupo apresentou sua criação para os demais, explicando as escolhas feitas, as figuras utilizadas, as estratégias de cálculo adotadas e as dificuldades encontradas. Essas apresentações assumiram o formato de uma roda de conversa, com os grupos dispostos de modo que todos pudessem ver as produções e ouvir as explicações. O professor-pesquisador mediou as interações, estimulando perguntas entre os grupos, valorizando as diferentes estratégias apresentadas e introduzindo, quando necessário, a linguagem matemática formal para nomear o que os alunos haviam descoberto empiricamente. Ao final da sessão os alunos fizeram um voo coletivo com suas construções.

Esse momento coletivo revelou algo que os questionários e fichas de acompanhamento dificilmente conseguiriam capturar, a capacidade dos estudantes de comunicar matematicamente suas ideias, de justificar suas escolhas e de avaliar criticamente as estratégias dos colegas. Freire (2005) insiste que o diálogo autêntico não é apenas um método pedagógico, mas uma postura ética diante do outro, postura que reconhece no educando um sujeito pensante e criativo, capaz de produzir conhecimento e não apenas de recebê-lo. A roda de conversa que encerrou a sessão foi, nesse sentido, muito mais do que uma socialização de resultados: foi o espaço em que os estudantes se reconheceram, uns nos outros, como produtores legítimos de saber matemático.

As produções dos grupos foram recolhidas pelo professor-pesquisador ao final da sessão e incorporadas ao corpus de dados da pesquisa como artefatos de aprendizagem. Analisadas à luz dos princípios da análise de conteúdo (BARDIN, 2011), elas permitiriam, nas etapas seguintes da investigação, identificar os estágios de compreensão conceitual de cada grupo, as estratégias de raciocínio predominantes e os pontos de resistência que ainda mereceriam atenção na sessão de avaliação e sistematização final. Mais do que documentos de avaliação, essas composições eram registros vivos de um processo - marcas visíveis do percurso que cada grupo havia percorrido desde o diagnóstico inicial até aquele momento de síntese criativa.

4.4.6 Aula 6 - O Cisne de Papel

A sexta aula da sequência didática constituiu um momento de síntese e aprofundamento dos conhecimentos geométricos desenvolvidos ao longo das atividades anteriores. Diferentemente das sessões precedentes, que privilegiaram a investigação de figuras geométricas específicas por meio de dobraduras mais simples, esta etapa teve como foco a construção de um modelo clássico do origami: o cisne. A escolha dessa figura permitiu ampliar as possibilidades de exploração dos conceitos geométricos, uma vez que sua elaboração exige uma sequência mais elaborada de procedimentos, demandando dos estudantes maior atenção, precisão e capacidade de visualização espacial.

Inicialmente, foi realizada uma breve contextualização histórica acerca do origami, destacando sua origem na cultura japonesa e suas potencialidades como recurso didático para o ensino da Matemática. Essa introdução buscou evidenciar a articulação entre aspectos culturais, artísticos e científicos, favorecendo uma compreensão mais ampla das possibilidades educativas das dobraduras. Em seguida, os estudantes receberam um roteiro ilustrado contendo as etapas necessárias para a construção do cisne e foram orientados a observar atentamente não apenas a obtenção da figura final, mas também os elementos geométricos presentes em cada transformação realizada.

Durante o desenvolvimento da atividade, a atenção dos participantes foi direcionada para a identificação de conceitos geométricos que emergiam ao longo das dobraduras. Enquanto nas sessões anteriores a ênfase esteve concentrada principalmente na análise de figuras planas, bem como nos conceitos de área e perímetro, a construção do cisne possibilitou a exploração de aspectos mais abrangentes da Geometria. Nesse contexto, os estudantes foram incentivados a reconhecer a presença de ângulos, triângulos, eixos de simetria, segmentos congruentes e relações de proporcionalidade, compreendendo como tais conceitos se manifestavam de maneira concreta no processo de construção.

As observações realizadas pelos grupos foram registradas em uma folha de registro, na qual os estudantes descreviam os elementos geométricos identificados e as relações estabelecidas entre eles. Ao longo da atividade, o professor desempenhou

o papel de mediador da aprendizagem, promovendo questionamentos que favoreciam a reflexão, a argumentação e a fundamentação matemática das observações realizadas. Essa mediação contribuiu para que os estudantes fossem além da simples execução mecânica das dobraduras, atribuindo significado aos conceitos envolvidos em cada etapa do processo.

A construção do cisne revelou-se particularmente relevante para o desenvolvimento da visualização espacial e do raciocínio geométrico. A necessidade de antecipar mentalmente os resultados de cada dobra exigiu dos participantes a mobilização de habilidades relacionadas à percepção das transformações espaciais, à compreensão das relações entre as partes da figura e à interpretação das mudanças ocorridas durante a passagem de uma configuração plana para uma estrutura tridimensional. Tal processo favoreceu uma aprendizagem mais dinâmica e significativa dos conceitos geométricos abordados.

Ao final da aula, foi promovido um momento de socialização das produções e das observações registradas pelos grupos. As discussões possibilitaram a sistematização dos conhecimentos construídos durante a atividade, bem como a troca de diferentes estratégias utilizadas para identificar e interpretar os conceitos geométricos presentes na construção do modelo. Esse momento de compartilhamento reforçou a compreensão de que a Geometria pode ser aprendida de forma contextualizada e significativa, ultrapassando a dimensão exclusivamente algorítmica e evidenciando sua presença em manifestações culturais, artísticas e criativas. Dessa forma, a atividade contribuiu para consolidar os objetivos da sequência didática, demonstrando o potencial pedagógico do origami como instrumento para o ensino e a aprendizagem da Geometria no Ensino Médio.

4.4.7 Aulas 7 e 8 - Avaliação da Aprendizagem e Roda de Conversa

O encerramento da sequência didática não foi apenas um fechamento formal, com a aplicação de provas ou o encerramento de registros. Foi um momento pedagógico bastante enriquecedor, professor e estudantes se reuniram para refletir sobre o que havia mudado ao longo do caminho. Na visão tradicional e bancária de ensino, a avaliação final sinaliza o fim do processo e serve principalmente para

ranquear desempenhos. Na perspectiva que orientou esta pesquisa, fundamentada na pedagogia dialógica de Freire (2005) e na aprendizagem significativa de Ausubel (2003), a avaliação é parte essencial do processo mas não é a etapa mais significativa. Ela investiga não só o que o aluno aprendeu, mas também de que forma aprendeu, o que ainda não entendeu e como a experiência vivida alterou sua relação com o conhecimento.

Essa etapa da pesquisa foi feita em duas aulas de 50 minutos cada e a dinâmica dividida em dois momentos: a aplicação do questionário pós-intervenção e a roda de conversa final. Apesar de diferentes em formato e natureza, esses dois momentos foram planejados como partes de um único gesto avaliativo. Um acessa o desempenho conceitual dos estudantes, enquanto o outro investiga suas percepções, sentimentos e narrativas sobre a experiência. Juntos, eles ajudaram o professor-pesquisador a entender de forma mais completa e honesta os efeitos da intervenção do que qualquer um dos instrumentos conseguiria fazer sozinho.

O questionário pós-intervenção foi aplicado no início da primeira aula. Os alunos preencheram individualmente, nas mesmas condições do diagnóstico inicial feito na aula 1 - *Conhecendo o Caminho: Diálogo, Investigação e Geometria*. O instrumento foi projetado para ser estruturalmente semelhante ao questionário diagnóstico. As questões abordavam tópicos de cálculo de perímetro e área do quadrado, retângulo e triângulo, com diferentes níveis de complexidade, incluindo figuras compostas.

Durante a aplicação do questionário, o professor-pesquisador observou, sem intervir, o comportamento da turma. Diferente do que aconteceu no diagnóstico inicial, quando muitos alunos deixaram questões em branco rapidamente, mostrando desistência diante de problemas desconhecidos, desta vez a maioria ficou engajada até o final. Revisaram respostas, redesenharam figuras nas margens do papel e, em alguns casos, fizeram dobraduras com pedaços de papel avulsos para checar seus raciocínios antes de anotá-los. Este comportamento já era um dado qualitativo relevante. Indicava que o origami se tornou parte das estratégias de pensamento dos alunos, não apenas como uma atividade em sala, mas como uma ferramenta mental para resolver problemas.

Após a aplicação do questionário, as avaliações foram recolhidas e a sala foi reorganizada para a roda de conversa final. As carteiras foram dispostas em círculo. Essa arrumação não era apenas logística, mas simbólica. Ela eliminava a hierarquia da sala de aula convencional, colocando professor e alunos em uma posição de igualdade visual e física, algo que Freire (2005) considera fundamental para um diálogo verdadeiro. Um gravador foi colocado no centro, com o conhecimento e consentimento de todos os participantes, cujos responsáveis haviam autorizado a gravação no TCLE assinado no início da pesquisa. O professor-pesquisador explicou que a gravação seria usada apenas para análise acadêmica e que o anonimato de todos seria mantido na dissertação.

A roda de conversa foi guiada por seis questões, apresentadas pelo professor-pesquisador e discutidas pelo grupo. A primeira questão, *"Antes dessa sequência de atividades com origami, como você se sentia em relação às aulas de Geometria?"*, convidou os estudantes a mencionar, em suas próprias palavras, as aprendizagens que consideravam novas ou aprofundadas. As respostas foram variadas e reveladoras. Alguns mencionaram conteúdos específicos, como a diferença entre perímetro e área ou a fórmula da área do retângulo. Outros apontaram aprendizagens mais práticas, como usar a régua com mais precisão ou calcular a área de figuras compostas. Outros ainda destacaram aprendizagens mais amplas, como perceber que a matemática "está em todas as coisas" ou que "é possível entender, não apenas decorar". Essa diversidade de respostas já era um resultado da pesquisa, mostrando que a intervenção gerou aprendizagens em diferentes dimensões, conceitual, prática e de atitude, de maneiras singulares e alinhadas com as histórias e os pontos de partida de cada estudante.

A segunda questão, *"O que você achou de trabalhar com dobraduras para aprender sobre área, perímetro e outras ideias da Geometria?"*, deu espaço para que os alunos falassem sobre suas dificuldades persistentes sem medo. Esse momento foi particularmente importante do ponto de vista pedagógico. Em contextos avaliativos tradicionais, admitir que não se compreendeu algo muitas vezes é ligado ao fracasso ou ao constrangimento diante dos colegas. Na roda de conversa, mediada com cuidado pelo professor-pesquisador, vários estudantes expressaram dúvidas que provavelmente não teriam escrito em um questionário. O professor-pesquisador recebeu essas dúvidas não como lacunas a serem preenchidas naquele momento,

mas como indicadores valiosos para o trabalho pedagógico futuro e dados qualitativos a serem considerados na análise.

A terceira questão, *"Durante as atividades, você conseguiu perceber alguma diferença na sua forma de entender os conceitos geométricos?"*, gerou as longas e interessantes discussões. Os estudantes compararam a experiência das sessões de origami com as aulas expositivas que costumavam ter. As narrativas que surgiram mostraram que a manipulação concreta tornava os conceitos mais fáceis de entender, que o trabalho em grupo tornava a atividade menos solitária e mais agradável, e que o aspecto criativo gerava um tipo de envolvimento que as listas de exercícios raramente produziam. Um estudante expressou algo que poderia ser uma epígrafe para toda a intervenção: "Antes eu sabia fazer as contas, mas não sabia por que estava fazendo. Agora eu entendo o que estou calculando." Essa fala capturou com precisão o que Ausubel (2003) descreve como o cerne da aprendizagem significativa: a transição do conhecimento mecânico para o conhecimento compreendido e aplicável.

As respostas dos alunos na quarta questão, *"Você se sentiu mais motivado(a) ou envolvido(a) ao fazer parte dessas aulas práticas? O que chamou mais a sua atenção?"*, evidenciou que a utilização do origami como recurso pedagógico contribuiu significativamente para aumentar o interesse e o envolvimento nas aulas. De modo geral, os participantes relataram sentir-se mais motivados durante as atividades, destacando o caráter diferenciado das aulas em relação às práticas tradicionais de ensino. A possibilidade de aprender por meio da manipulação de materiais e da construção de figuras aguçou a curiosidade dos estudantes e favoreceu uma participação mais ativa no processo de aprendizagem. Além disso, muitos apontaram que as atividades tornaram as aulas mais leves e interativas, contribuindo para a manutenção da atenção e do interesse ao longo das propostas desenvolvidas.

Outro aspecto recorrente nas respostas refere-se à percepção da relação entre as dobraduras e os conceitos geométricos estudados. Os estudantes destacaram que a visualização e a construção das figuras possibilitaram compreender de forma mais concreta conteúdos como formas geométricas, simetria, área e perímetro. A transformação de uma simples folha de papel em diferentes modelos de origami foi frequentemente mencionada como um elemento que despertou surpresa e

curiosidade, favorecendo a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos. Esses resultados sugerem que a abordagem adotada promoveu um ambiente de aprendizagem mais significativo, no qual os estudantes puderam estabelecer conexões entre a teoria e a prática, contribuindo para uma percepção mais positiva da Matemática e de seu processo de aprendizagem.

A quinta questão, *"Na sua opinião, o que poderia melhorar nas aulas de Geometria para que elas fossem mais interessantes e fáceis de aprender?"*, permitiu aos estudantes que avaliassem e propusessem mudanças em sua experiência de aprendizagem. As sugestões foram variadas, como mais atividades práticas onde eles possam manipular, contextualizar o assunto trabalhado, maior variedade de figuras geométricas a explorar, inclusão de atividades fora da sala de aula e uso de materiais reciclados e coloridos. Mais do que sugestões para melhorias futuras, isso mostrou algo importante: os estudantes se reconheceram como sujeitos com uma voz legítima sobre sua própria formação. Para Freire (2005), essa postura é um sinal claro de que uma educação emancipatória está, de fato, ocorrendo.

Na sexta e última pergunta da roda de conversa, *"Se você pudesse ensinar Geometria para um colega, usaria o origami? Por quê?"*, a maioria dos participantes indicou que fariam uso das dobraduras como estratégia de ensino, justificando sua escolha pela capacidade do origami de tornar os conceitos geométricos mais concretos e acessíveis. Os estudantes destacaram que a manipulação do papel permite observar, na prática, propriedades das figuras geométricas, favorecendo a compreensão de conceitos que, em abordagens exclusivamente expositivas, podem parecer abstratos ou de difícil visualização. Essa percepção sugere que os participantes reconheceram o potencial do origami como ferramenta mediadora da aprendizagem matemática.

Além disso, diversas respostas enfatizaram o caráter motivador e dinâmico das atividades, indicando que o uso do origami contribui para despertar o interesse dos estudantes e estimular uma participação mais ativa durante as aulas. Para os alunos, aprender por meio da construção de figuras possibilita uma experiência mais significativa, na qual o conhecimento é construído de forma prática e interativa. Tais evidências indicam que os estudantes não apenas valorizaram a metodologia utilizada ao longo da sequência didática, mas também a consideraram suficientemente eficaz

para ser compartilhada com outros colegas, reforçando o potencial pedagógico do origami como recurso para o ensino e a aprendizagem de Geometria no contexto escolar.

Ao final da roda de conversa, o professor-pesquisador fez uma síntese oral do que foi realizado. Isso não foi feito com a intenção de encerrar o diálogo, mas para organizar e devolver ao grupo o que foi construído coletivamente ao longo das sessões. Cada conceito revisitado foi associado a um momento específico da sequência. A dobra diagonal que revelou os dois triângulos dentro do quadrado, a tabela comparativa dos retângulos, a demonstração de que o triângulo é metade do paralelogramo, a galeria de figuras compostas. Essa recapitulação teve o efeito de consolidar, tanto emocional quanto conceitualmente, o sentido do que foi vivido. Os alunos reconheceram cada episódio mencionado, e esse reconhecimento gerou uma expressão entre orgulho e surpresa em seus rostos. Eles se sentiam satisfeitos ao perceber que haviam avançado mais do que imaginavam.

5 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Nesta parte são apresentados e discutidos os resultados obtidos ao durante a aplicação da sequência didática desenvolvida com estudantes do Colégio Estadual Doutor Albert Sabin em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, tendo o origami como recurso pedagógico para o ensino e a aprendizagem de conceitos relacionados ao perímetro e à área de figuras planas. A análise busca compreender não apenas os resultados alcançados pelos estudantes, mas também as etapas dos processos de aprendizagem evidenciados durante as atividades, considerando suas estratégias de resolução, dificuldades, descobertas, interações e manifestações ao longo da intervenção pedagógica.

Os dados analisados foram escolhidos a partir dos diferentes instrumentos utilizados na pesquisa, incluindo o questionário diagnóstico inicial, os registros produzidos pelos estudantes durante as atividades, as observações realizadas pelo professor-pesquisador, a avaliação final e a roda de conversa. A utilização desses diferentes instrumentos possibilitou uma análise articulada entre evidências quantitativas e qualitativas, permitindo observar possíveis mudanças tanto no desempenho dos estudantes quanto na maneira como passaram a compreender e se relacionar com os conceitos geométricos trabalhados.

A discussão dos resultados parte da compreensão de que a aprendizagem matemática não se restringe à aplicação correta de fórmulas e procedimentos. Nesse sentido, foram consideradas as estratégias utilizadas pelos estudantes para interpretar, desenhar, decompor e compor figuras, bem como sua capacidade de estabelecer conexões entre as experiências proporcionadas pelas dobraduras e os conceitos matemáticos vistos ao longo das aulas. Essa perspectiva é coerente com a proposta da sequência didática, na qual a manipulação do papel constituiu um ponto de partida para a observação, a investigação, a formulação de hipóteses, a resolução de problemas e a sistematização do conhecimento.

A análise também procura relacionar as evidências encontradas e os pressupostos teóricos que fundamentam esta pesquisa, especialmente a aprendizagem significativa de Ausubel e a perspectiva dialógica e problematizadora de Paulo Freire. Dessa forma, busca-se verificar até que ponto as atividades com origami estimularam a articulação entre conhecimentos prévios e novos conceitos, o

protagonismo dos estudantes, a participação nas discussões e a construção coletiva de significados para a Matemática.

Por fim, a discussão considera os resultados da intervenção em sua dimensão pedagógica, procurando identificar potencialidades, limitações e possibilidades de utilização do origami no ensino de Geometria. Mais do que verificar se os estudantes acertaram ou erraram determinadas questões, interessa compreender o percurso construído durante as atividades e as evidências de evolução conceitual, de modo a avaliar as contribuições do recurso didático para uma aprendizagem mais concreta, participativa e significativa da Geometria no Ensino Médio.

6 RECURSO EDUCACIONAL

6.1 Finalidade do produto

A confecção do material didático *Geometria em Dobras: Explorando Conceitos Geométricos através do Origami* tem por objetivo apoiar professores de Matemática do Ensino Médio na investigação de noções geométricas por meio de práticas que estimulam a experimentação e o trabalho manual, fundamentadas na arte do origami. A iniciativa busca oferecer um instrumento que possibilite a construção de conhecimentos matemáticos de forma concreta, dinâmica e significativa, contribuindo para a apreensão de conceitos frequentemente apresentados de modo abstrato na escola.

O recurso foi concebido para promover o raciocínio geométrico, a percepção espacial e a capacidade argumentativa dos estudantes em matemática, por intermédio de uma sequência didática com atividades de dobraduras organizadas de maneira progressiva. A proposta visa disponibilizar um instrumento de apoio que possibilite o desenvolvimento de saberes matemáticos de modo concreto, dinâmico e significativo, favorecendo a apreensão de conceitos que frequentemente surgem de forma abstrata no contexto escolar.

O material foi criado para dar suporte aos alunos no desenvolvimento do raciocínio geométrico, da percepção espacial e da argumentação matemática, por meio de uma sequência pedagógica composta por atividades de dobraduras que se tornam gradualmente mais complexas. Ao longo das aulas, os estudantes são estimulados a explorar tópicos como área, perímetro, congruência, simetria, proporcionalidade e transformações geométricas, vinculando a prática em papel à formalização dos conhecimentos matemáticos.

Este material, além de apoiar a atuação docente, procura incentivar o emprego de metodologias que propiciem a participação ativa dos estudantes na construção do saber, gerando oportunidades para investigação, descoberta e reflexão. Assim, o produto educativo apresenta-se como uma alternativa pedagógica de implantação simples e baixo custo, passível de integração às aulas de Geometria para tornar o aprendizado mais significativo, contextualizado e motivador.

Dessa forma, espera-se que *Geometria em Dobras: Explorando Conceitos*

Geométricos através do Origami contribua para fortalecer as práticas de ensino da Geometria, fornecendo aos professores um recurso didático que articule conhecimentos matemáticos, criatividade e experiência prática, em consonância com as orientações da Base Nacional Comum Curricular e com os princípios da Educação Matemática contemporânea.

6.2 Público-alvo e contexto de uso

O foco do recurso educacional *Geometria em Dobras: Explorando Conceitos Geométricos através do Origami* é direcionado, em especial, a estudantes do Ensino Médio que estão aprendendo sobre Geometria Plana e que ainda não dominam completamente esses conteúdos, além de aqueles que têm interesse em desenvolver suas habilidades de visualização espacial. O intuito é igualmente alcançar os professores de Matemática dessa etapa de ensino, disponibilizando lhes um material didático bem estruturado que apoie a implementação de práticas pedagógicas mais investigativas, participativas e contextualizadas.

A sequência didática foi elaborada para ser utilizada nas turmas regulares do Ensino Médio, tanto em escolas públicas quanto privadas, em diversos contextos de ensino. Além disso, por ser um recurso prático e feito com materiais de baixo custo, ele pode ser ajustado para o uso em atividades de reforço escolar, em projetos de recomposição das aprendizagens, ateliês de Matemática, feiras de saber e outros projetos pedagógicos que visam fortalecer o raciocínio geométrico.

O uso do recurso se dá no sentido de tornar o ensino da Geometria mais pertinente e significativo para os estudantes. Conceitos geométricos, muitas vezes, são ensinados de maneira abstrata, focando em definições e fórmulas, o que pode tornar difícil para os alunos entenderem e relacionarem o que estão aprendendo com a realidade. Nesse sentido, o origami é uma alternativa metodológica que pode enriquecer a construção do conhecimento ao possibilitar a manipulação, a observação e a exploração matemática.

Por meio da execução de dobraduras, os alunos têm a oportunidade de investigar, na prática, conceitos relacionados a área, perímetro, congruência, simetria, proporcionalidade e transformações geométricas. O recurso é uma ferramenta muito

útil para os alunos. Ele ajuda a desenvolver habilidades importantes, como visualizar objetos em três dimensões, argumentar sobre matemática, resolver problemas e trabalhar em equipe. Tudo isso está de acordo com o que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê.

A sequência didática pode ser usada de duas maneiras. O professor pode seguir exatamente como é proposto, ou pode escolher apenas as partes que sejam melhores para o que os alunos precisam aprender. Isso faz com que o recurso seja muito flexível e útil para os professores. Ele é um recurso pedagógico que pode ser adaptado para atender às necessidades dos alunos e dos professores. Assim, esse material ajuda os alunos a aprender Geometria de uma maneira significativa e valoriza a ideia de que o estudante deve ser o protagonista de seu próprio aprendizado.

6.3 Estrutura do Recurso Educacional

Nesta seção, apresentamos uma proposta de etapas para a utilização do Produto Educacional. Ressaltamos que as atividades e os questionários apresentados podem ser adaptados pelo professor, de acordo com seu planejamento, contexto de ensino e necessidades da turma.

6.3.1 Conhecendo o Caminho: Diálogo, Investigação e Geometria

Aula 1 – Conhecendo o Caminho: Diálogo

Finalidade da Aula

Esta primeira sessão é composta por duas aulas de 50 minutos cada, possui caráter diagnóstico e introdutório. Sugere-se que essas duas primeiras aulas sejam feitas em conjunto, visando uma diagnose mais precisa. Seu principal objetivo não é ensinar conteúdos geométricos de forma sistematizada, mas conhecer os estudantes, identificar seus conhecimentos prévios e apresentar a proposta da sequência didática.

A atividade foi elaborada para fomentar um espaço de diálogo e participação, possibilitando que os alunos expressem suas percepções sobre a Matemática, da Geometria e do emprego de dobraduras como recurso pedagógico.

Objetivos de Aprendizagem

Ao término da aula, espera-se que os estudantes consigam:

1. Reconhecer a presença da Geometria em diferentes contextos do cotidiano;
2. Compartilhar conhecimentos prévios sobre figuras geométricas;
3. Compreender os objetivos da sequência didática;

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a Aula 1 – Conhecendo o Caminho: Diálogo, totaliza 50 minutos, distribuídos da seguinte maneira:

Apresentação da proposta	15 minutos
Roda de conversa	15 minutos
Questionário diagnóstico	20 minutos
Total	50 minutos

Organização da Turma

Formação sugerida:

1. Roda de conversa para a apresentação inicial;
2. Trabalho individual durante o questionário diagnóstico;

Materiais Necessários: Questionário diagnóstico, lápis ou caneta.

Desenvolvimento da Aula

Momento 1 – Apresentação da Proposta (15 minutos)

Inicie uma conversa com a turma apresentando a proposta das atividades que serão desenvolvidas ao longo das próximas aulas, destacando a relação entre os conceitos geométricos e a prática das dobraduras. Aproveite esse momento para compartilhar algumas informações sobre a origem e a trajetória histórica do origami, contextualizando essa arte como uma manifestação cultural e educativa. Procure utilizar uma linguagem simples e acolhedora.

Evite apresentar a atividade como uma avaliação.

Incentive os estudantes a participarem ativamente das discussões, expressando suas ideias, percepções e conhecimentos prévios. Ressalte que as contribuições de cada participante serão fundamentais para enriquecer as reflexões e orientar o desenvolvimento das atividades que serão realizadas ao longo da sequência didática.

Momento 2 – Roda de Conversa (15 minutos)

Proponha perguntas como:

1. O que é Geometria?
2. Onde encontramos figuras geométricas?
3. Qual figura geométrica vocês mais conhecem?
4. Já fizeram alguma dobradura ou origami?
5. É possível aprender Matemática por meio das dobraduras?

Durante as falas dos estudantes:

- Registre observações relevantes;
- Evite corrigir respostas imediatamente;
- Incentive diferentes pontos de vista;
- Utilize as respostas para compreender os conhecimentos prévios da turma.

Momento 3 – Aplicação do Questionário Diagnóstico (20 minutos)

Distribua o instrumento diagnóstico.

Questionário Inicial

Percepções sobre Geometria e Aprendizagem com Dobraduras

Para cada alternativa, marque um X no espaço correspondente.

		Sim	Às vezes	Não
1	Você gosta das aulas de geometria?			
2	Você se sente motivado(a) a aprender quando usa materiais concretos?			
3	Você tem dificuldade em visualizar figuras geométricas?			
4	Já utilizou dobraduras ou origami em alguma aula de matemática?			
5	Acha que aprender geometria seria mais fácil com atividades práticas e visuais?			
6	Você costuma relacionar a matemática com situações do seu cotidiano?			
7	Entende bem os conceitos de área e perímetro de figuras planas?			
8	Acha que dobrar papel pode ajudar na compreensão de conceitos matemáticos?			
9	Você sente mais facilidade em aprender quando faz parte ativa das atividades?			
10	Já teve aulas de matemática que envolveram arte ou criatividade?			

Explique que não se trata de uma prova e que o objetivo é compreender aquilo que os estudantes já sabem sobre os conteúdos que serão trabalhados. Não forneça respostas durante o preenchimento. Observe dificuldades recorrentes e registre comentários espontâneos dos estudantes. Essas informações poderão ser utilizadas posteriormente na análise da pesquisa.

Aula 2 – Conhecendo o Caminho: Investigação e Geometria

Finalidade da Sessão

A segunda sessão foi planejada para criar um ambiente de diálogo e participação, permitindo que os alunos expressem suas percepções sobre a Matemática, a Geometria e o uso de dobraduras como ferramenta de aprendizagem.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final da sessão, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

1. Familiarizar-se com o origami como recurso pedagógico;
2. Identificar formas geométricas simples em dobraduras exploratórias.

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a Aula 2 – Conhecendo o Caminho: Investigação e Geometria, totaliza 50 minutos, distribuídos da seguinte maneira:

Dobradura exploratória (livre)	30 minutos
Socialização e encerramento	20 minutos
Total	50 minutos

Organização da Turma

Formação sugerida: Grupos de 3 ou 4 alunos para atividade exploratória.

Materiais Necessários: Folha de papel A4, lápis ou caneta.

Desenvolvimento da Sessão

Momento 4 – Dobradura Exploratória (30 minutos)

Entregue uma folha de papel A4 para cada estudante. Solicite que realizem algumas dobraduras livres. Durante o processo, incentive a observação das formas geométricas que surgem.

Questione:

1. Que figura apareceu após a dobra?

2. Quantos lados ela possui?
3. Há alguma linha de simetria?
4. Quais figuras se repetem?

Importante: O foco desta atividade não é a precisão das dobraduras, mas a observação das formas geométricas produzidas.

Momento 5 – Socialização (20 minutos)

Convide os estudantes a compartilhar suas descobertas.

Valorize diferentes observações e incentive a argumentação matemática.

Busque relacionar as falas dos alunos aos conceitos que serão aprofundados nas próximas sessões.

Possíveis Dificuldades

Os estudantes podem:

1. Demonstrar insegurança ao falar sobre Geometria;
2. Associar Geometria apenas a cálculos;
3. Ter pouca experiência com dobraduras;
4. Encontrar dificuldades para identificar propriedades geométricas.

Nesses casos, incentive a observação e a participação sem enfatizar erros ou acertos.

Perguntas de Mediação

Durante a aula, o professor pode utilizar perguntas como:

1. O que faz uma figura ser um quadrado?
2. Como você identificou esse triângulo?
3. O que mudou após a dobra?
4. O que permaneceu igual?
5. Como podemos comprovar essa observação?

Folha de Registro do Professor

Observações da Turma

Principais Dificuldades Identificadas

Aspectos Positivos Observados

Encaminhamentos para a Próxima Sessão

Aula 3 - O quadrado escondido na folha A4

Finalidade da Aula

A terceira aula foi planejada com a finalidade de ampliar a compreensão dos estudantes nos conceitos de área, perímetro e congruência de figuras geométricas. Utilizando uma folha de papel A4 como ponto de partida, os participantes são convidados a realizar uma sequência de dobraduras que conduz à construção de um

quadrado e à obtenção de diferentes figuras geométricas, criando condições para a observação e análise de suas características e propriedades.

Ao longo da atividade, os estudantes são estimulados a reconhecer as figuras formadas durante o processo e a relacionar suas medidas às transformações realizadas no papel. A partir do quadrado obtido, são propostas reflexões sobre sua área e seu perímetro, favorecendo a compreensão de como essas grandezas podem ser determinadas e interpretadas em situações concretas. Na sequência, a atenção se volta para os triângulos retângulos gerados pelas dobraduras, possibilitando a investigação de suas características, a comparação entre suas medidas e a análise de sua participação na composição da figura original.

Por meio das construções realizadas, busca-se proporcionar aos estudantes uma percepção mais concreta do princípio da conservação da área. As dobraduras permitem visualizar que, embora a forma da figura seja modificada, a superfície representada permanece inalterada. Dessa maneira, torna-se possível compreender que a área total pode ser interpretada como a soma das áreas das partes que constituem a figura, favorecendo o estabelecimento de relações geométricas fundamentadas na observação, na experimentação e na argumentação matemática.

Além de contribuir para a consolidação dos conceitos abordados, a atividade incentiva o desenvolvimento do raciocínio lógico, da percepção espacial e da capacidade investigativa dos estudantes. Nesse contexto, o ato de dobrar o papel ultrapassa a dimensão manual da tarefa e transforma-se em uma experiência de exploração matemática, na qual os participantes são levados a descobrir e interpretar propriedades geométricas presentes nas figuras construídas.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final da aula, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

1. Identificar o quadrado obtido a partir de uma folha A4 por meio de dobraduras.
2. Calcular a área e o perímetro do quadrado formado.
3. Calcular a área de cada triângulo retângulo congruente gerado pelas dobras.

4. Reconhecer que a dobra conserva área — o todo equivale à soma das partes.
5. Estabelecer relações entre triângulos congruentes e a área total do quadrado.

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a Aula 3 – O quadrado escondido na folha A4**,** totaliza 50 minutos.

Organização da Turma

Formação sugerida: Grupos de 3 ou 4 alunos para atividade exploratória.

Materiais Necessários: Folha de papel A4, Lápis ou Caneta, Tesoura, Régua (30 cm) e Folha de Registro.

Desenvolvimento da Sessão

Procedimento (passo a passo):

1. Separe os alunos em grupos de 3 ou 4 alunos.

2. Segure a folha na posição retrato. Dobre o canto superior esquerdo em direção à borda direita, alinhando a borda superior com a borda lateral, formando um triângulo retângulo na parte superior e um retângulo residual abaixo.

3. Cortando a parte residual, teremos um retângulo e um quadrado – formado pela união de dois triângulos retângulos, congruentes e isósceles.

4. Meça o lado do quadrado e calcule o perímetro e a área do triângulo e do quadrado.

Discussão:

1. A dobra alterou a área?

2. Que relação há entre as partes dobradas e o todo?

Figura 1: O quadrado escondido na folha A4.

Atividade: O quadrado escondido na folha A4

OBJETIVOS:

- Identificar um quadrado obtido a partir de uma folha A4 por meio de dobraduras.
- Calcular a área e o perímetro do quadrado formado.
- Calcular a área de cada triângulo retângulo congruente gerado pelas dobras.
- Reconhecer que a dobra conserva área — o todo equivale à soma das partes.
- Estabelecer relações entre triângulos congruentes e a área total do quadrado.

MATERIAIS:

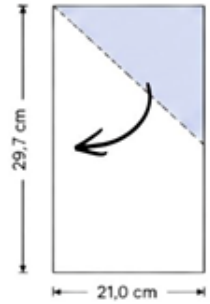
- Folha de papel A4
- Tesoura
- Régua (30 cm)
- Lápis ou caneta.
- Folha de Registro

Procedimento

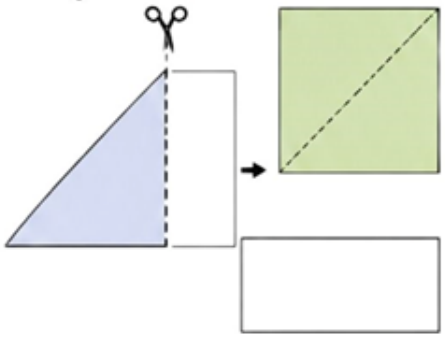
1 Separe os alunos em grupos de 3 ou 4 alunos.



2 Segure a folha na posição retrato. Dobre o canto superior em direção à borda, alinhando a borda superior com a borda lateral, formando um triângulo retângulo na parte superior e um retângulo residual abaixo.

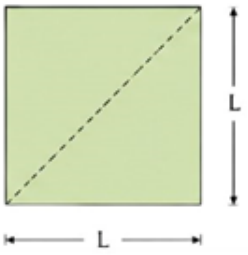


3 Cortando a parte residual, teremos um retângulo e um quadrado, formado pela união de dois triângulos retângulos, congruentes e isósceles.



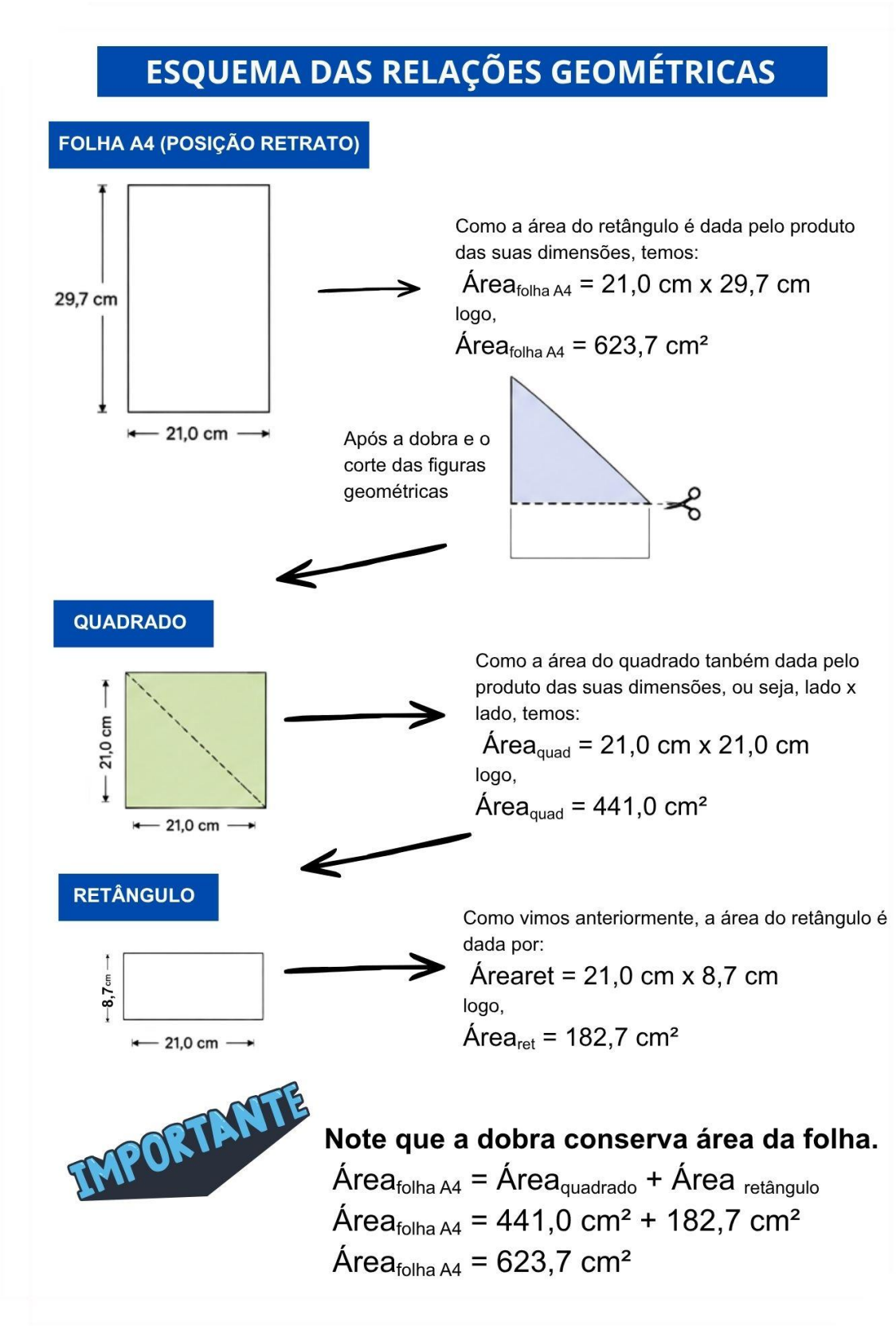
4 Peça aos alunos para medirem o lado do quadrado e calcular:

1. O perímetro do quadrado;
2. A área do quadrado;
3. O perímetro de cada triângulo;
4. A área de cada triângulo.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 2: Material de Apoio do Professor.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 3: Material de Apoio do Aluno.

ATIVIDADE

O QUADRADO ESCONDIDO NA FOLHA A4

DATA: ____/____/____

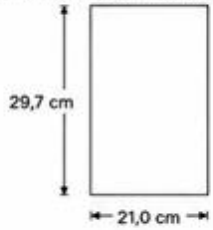
FOLHA DE REGISTRO

NOME DO(A) ALUNO(A): _____

TURMA: _____ GRUPO: _____ PROFESSOR(A): _____

1 OBSERVAÇÃO INICIAL

Observe a folha A4 na posição retrato.
Registre suas observações sobre as medidas da folha.



O que você observa?

_____

_____

_____

_____

2 APÓS A DOBRA

Após dobrar o canto superior esquerdo em direção à borda direita, forme um triângulo e um retângulo residual.

Responda:

a) A dobra conservou área? Justifique.

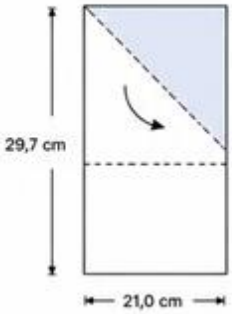
_____

_____

b) O que representa a parte branca (retângulo residual)?

_____

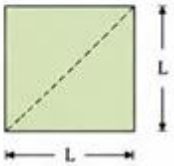
_____



3 CÁLCULOS

Meça o lado do quadrado escondido (L) e registre o valor:

L (lado do quadrado) = _____ cm



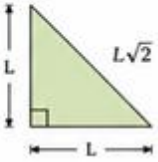


Figura	Fórmula	Cálculo (com valores)	Resultado
Perímetro do quadrado (Pq)	$P_q = 4L$	_____	_____ cm
Área do quadrado (Aq)	$A_q = L^2$	_____	_____ cm²
Perímetro de cada triângulo (Pt)	$P_t = L + L + L\sqrt{2} = L(2 + \sqrt{2})$	_____	_____ cm
Área de cada triângulo (At)	$A_t = \frac{L^2}{2}$	_____	_____ cm²
Área da folha A4 (A_{total})	$A_{total} = 2A_t + A_r$	_____	_____ cm²

Use $\sqrt{2} \approx 1{,}41$ para os cálculos.

4 RELAÇÕES DE ÁREA

a) A área do quadrado é quantas vezes a área de cada triângulo?

_____

_____

b) Verifique se a soma das áreas (2 triângulos + retângulo residual) é igual à área da folha A4.

_____

5 REFLEXÃO

O que você aprendeu com esta atividade sobre área, perímetro e figuras geométricas?

_____

_____

Fonte: Acervo do Autor.

Aula 4 - Explorando as Propriedades do Retângulo

Finalidade da Aula

Na quarta aula, os estudantes são convidados a explorar as propriedades dos retângulos por meio de uma sequência de dobraduras realizadas em uma folha quadrada. A cada nova dobra, surgem figuras com diferentes dimensões, oferecendo oportunidades para a investigação de conceitos geométricos relacionados às medidas de comprimento, área e perímetro.

Durante o desenvolvimento da proposta, os participantes realizam medições dos lados das figuras construídas e registram os valores obtidos, utilizando essas informações para calcular áreas e perímetros. A análise dos resultados possibilita a identificação de regularidades e padrões, favorecendo a compreensão das relações existentes entre essas grandezas geométricas.

Ao comparar os diferentes retângulos produzidos, os estudantes têm a oportunidade de perceber que figuras com a mesma área podem apresentar perímetros distintos. Essa constatação contribui para uma compreensão mais aprofundada das propriedades geométricas envolvidas, estimulando a formulação de hipóteses e a construção de argumentos matemáticos fundamentados nas observações realizadas.

A atividade também favorece a discussão dos conceitos de congruência e equivalência de área, permitindo que os estudantes analisem as transformações decorrentes das dobraduras e reflitam sobre as características preservadas ou modificadas em cada etapa do processo. Dessa forma, a manipulação do papel torna-se um recurso para o desenvolvimento da percepção espacial, do raciocínio lógico e da capacidade de investigação matemática, promovendo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos abordados.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final da aula, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

1. Produzir retângulos por meio de dobraduras sucessivas de uma folha quadrada.
2. Medir os lados, calcular o perímetro e área das figuras obtidas.

3. Identificar padrões e relações entre área e perímetro ao dobrar sucessivamente.
4. Compreender que retângulos diferentes podem ter a mesma área e perímetros diferentes.
5. Introduzir as noções de congruência e equivalência de área.

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a ***Aula 4 – Explorando as Propriedades do Retângulo,*** totaliza 50 minutos.

Organização da Turma

Formação sugerida: Grupos de 3 ou 4 alunos para atividade exploratória.

Materiais Necessários: Folha de papel A4, Lápis ou Caneta, Tesoura, Régua (30 cm) e Folha de Registro.

Desenvolvimento da Sessão

Procedimento (passo a passo):

1. Seguindo as orientações da aula anterior, "*O quadrado escondido na folha A4",* parta de um quadrado de lado igual a 21 cm.

2. Dobre essa folha quadrado ao meio, formando um retângulo com proporção 2:1.

3. Dobre novamente, obtendo um retângulo com proporção 4:1. E assim por diante...

4. A cada nova dobradura, meça os lados, calcule o perímetro e a área e registre na tabela comparativa.

Discussão:

1. As áreas são equivalentes?
2. Como a base e a altura influenciam no resultado?

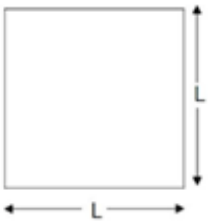
Figura 4: Material de Apoio do Aluno.

EXPLORANDO AS PROPRIEDADES DO RETÂNGULO

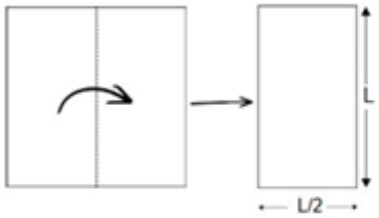
FOLHA DE REGISTRO / DATA: ___ / ___ / ___

NOME DO(A) ALUNO(A): _____

1 Parta de uma folha quadrada.

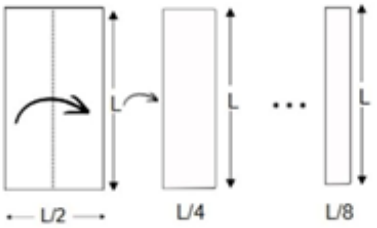


2 Dobre a folha ao meio uma vez, obtendo um retângulo com proporção 2:1.



Proporção: 2 : 1

3 Dobre novamente, obtendo um retângulo com proporção 4:1. E assim por diante.



Proporção: 4 : 1, 8:1, ...,16:1, ...

4 A cada nova dobradura, meça os lados, calcule o perímetro e a área e registre na tabela comparativa.

Nº de dobras	Proporção (comprimento x largura)	Medidas		Perímetro P = 2(C + L)	Área A = C x L	Observações
		Comprimento (C)	Largura (L)			
0	1 : 1 (quadrado)	L	L	4L	L^2	Figura inicial
1	1 : 1	L / 2	L	3L	$L^2 / 2$	Metade da figura inicial
2						
3						
4						
5						
6						

5 Com base na tabela, responda:

a) O que acontece com a área a cada dobra?

_____

b) O que acontece com o perímetro a cada dobra?

_____

_____

6 O que você aprendeu nesta atividade sobre área, perímetro, proporções e congruência?

_____

_____

_____

_____

Fonte: Acervo do Autor.

Figura 5: Material de Apoio do Aluno.



Fonte: Acervo do Autor

Aula 5 - Do Papel ao Voo: Descobrindo a Geometria do Avião de Origami

Finalidade da Aula

Na quinta aula, os alunos terão a oportunidade de explorar os conceitos geométricos trabalhados nas sessões anteriores, de forma prática e significativa, através da construção de um avião de origami, uma das dobraduras mais simples e que muitos, em algum momento, já tiveram contato. Durante o processo de construção por meio das dobraduras, os estudantes têm a oportunidade de acompanhar o surgimento de diferentes figuras geométricas e de analisar as transformações que elas sofrem ao longo de cada etapa. A observação das formas produzidas favorece a identificação de elementos como retângulos, triângulos, segmentos de reta, eixos de simetria e figuras congruentes, possibilitando que esses conceitos sejam compreendidos de maneira concreta e significativa a partir da manipulação do papel.

À medida que a atividade avança, os participantes são incentivados a examinar as propriedades das figuras obtidas e a estabelecer relações entre elas, desenvolvendo a percepção das estruturas geométricas presentes em cada dobra. Esse processo contribui para que os estudantes construam conhecimentos por meio da observação, da experimentação e da investigação das características das formas produzidas.

A proposta também cria condições para a exploração das relações entre área e perímetro. Por meio de medições, cálculos e comparações, os estudantes podem analisar como as transformações decorrentes das dobraduras modificam a configuração das figuras sem alterar a área total da folha utilizada. Essa constatação favorece a compreensão do princípio da conservação da área, bem como das ideias de congruência e equivalência entre figuras geométricas.

Ao relacionar os conceitos matemáticos às etapas de construção do avião de origami, a atividade promove o desenvolvimento do raciocínio lógico, da visualização espacial e da capacidade de argumentação geométrica. Dessa forma, as dobraduras deixam de ser apenas um procedimento manual e passam a constituir uma estratégia de investigação matemática, permitindo que os estudantes compreendam propriedades geométricas de maneira mais ativa e significativa.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final da sessão, espera-se que os estudantes consigam:

1. Identificar figuras geométricas planas presentes nas diferentes etapas da construção do avião de origami.
2. Reconhecer e descrever propriedades de retângulos e triângulos formados durante as dobraduras.
3. Identificar segmentos de reta, vértices, lados e eixos de simetria nas figuras obtidas.
4. Reconhecer figuras congruentes produzidas pelas dobras e relacioná-las ao conceito de simetria.
5. Calcular a área e o perímetro de figuras geométricas presentes em etapas específicas da construção.
6. Compreender que as dobraduras transformam a forma da figura sem alterar a área total da folha de papel.
7. Estabelecer relações entre a área das partes dobradas e a área da figura original.
8. Desenvolver o raciocínio geométrico por meio da observação, comparação e análise das transformações realizadas no papel.
9. Utilizar estratégias de medição, cálculo e argumentação matemática para justificar resultados obtidos.

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a ***Aula 5 – Do Papel ao Voo: Descobrindo a Geometria do Avião de Origami,*** totaliza 50 minutos.

Organização da Turma

Formação sugerida: Grupos de 3 ou 4 alunos para atividade exploratória.

Materiais Necessários: Folha de papel A4, Lápis ou Caneta, Tesoura, Régua (30 cm) e Folha de Registro.

Desenvolvimento da Sessão

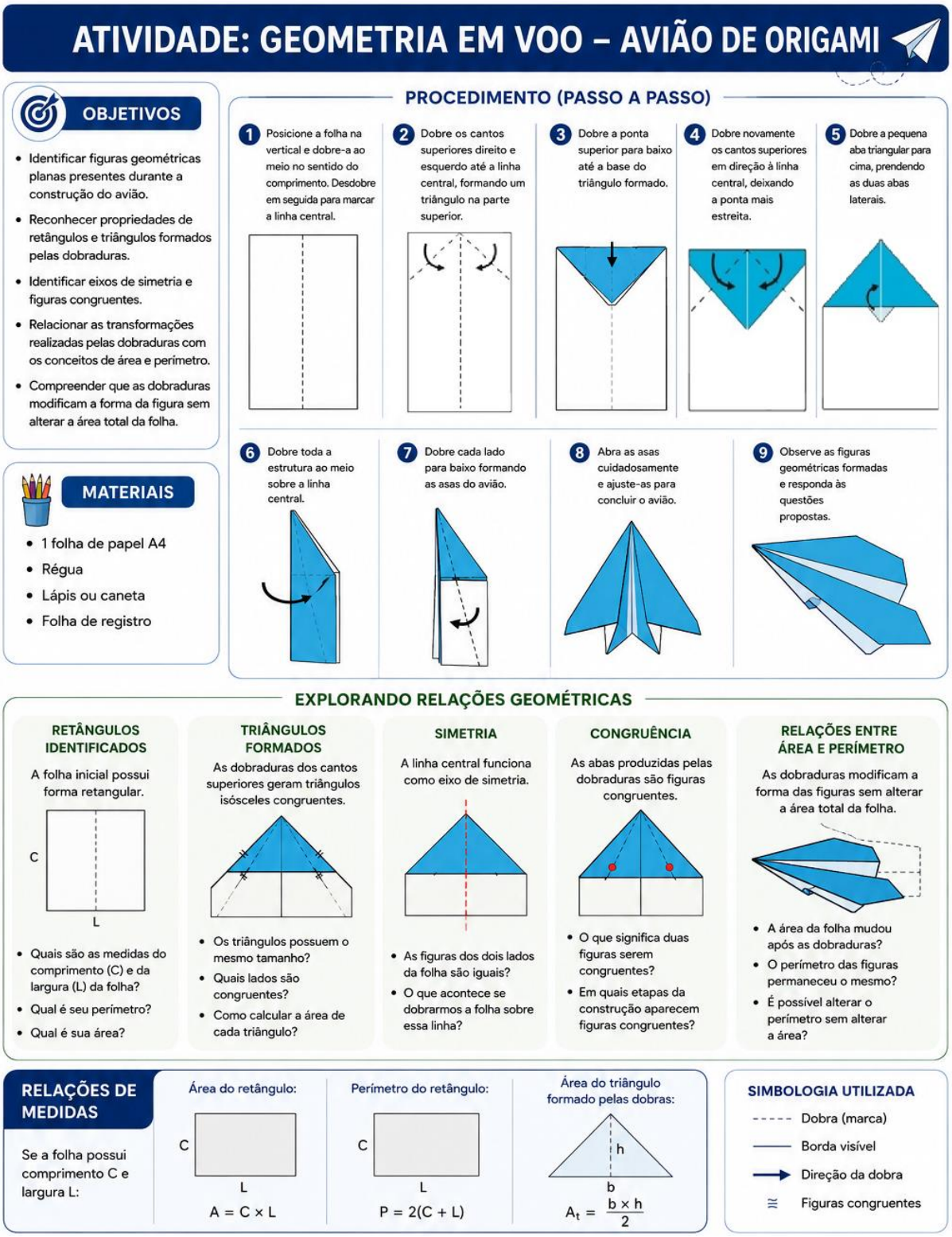
Procedimento (passo a passo):

1. Posicione a folha na vertical e faça uma dobra ao meio no sentido do comprimento, apenas para marcar a linha central. Em seguida, desdobre a folha.
2. Dobre os dois cantos superiores em direção à linha central, formando um triângulo na parte superior da folha.
3. Dobre a ponta superior para baixo, alinhando-a à base do triângulo formado.
4. Novamente, dobre os dois cantos superiores em direção à linha central, formando uma ponta mais estreita.
5. Dobre a pequena ponta triangular que ficou abaixo para cima, prendendo as duas abas dobradas.
6. Dobre toda a estrutura ao meio sobre a linha central, mantendo as dobras anteriores na parte externa.
7. Forme as asas dobrando cada lado para baixo, alinhando a borda superior com a borda inferior do corpo do avião.
8. Abra cuidadosamente as asas e ajuste-as para que fiquem simétricas. O avião está pronto para voar.

Discussão:

1. Em quais etapas apareceram triângulos? Quais características desses triângulos podem ser observadas?
2. Como a linha central da folha contribuiu para a realização das dobraduras? Ela pode ser considerada um eixo de simetria? Por quê?
3. As figuras formadas em lados opostos da folha eram iguais? O que isso indica sobre a congruência das figuras?
4. Quais conceitos matemáticos estudados em sala puderam ser observados na construção do avião?
5. De que maneira o uso do origami facilitou a compreensão dos conceitos de área, perímetro, simetria e congruência?

Figura 6: Material de Apoio do Aluno.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 7: Material de Apoio do Aluno.

FOLHA DE REGISTRO – GEOMETRIA EM VOO: AVIÃO DE ORIGAMI

Nome: _____ **Data:** ____/____/_____

1. Marque abaixo qual(is) foi/foram as figuras identificadas:

( ) Retângulos ( ) Triângulos ( ) Eixo de simetria ( ) Figuras congruentes

2. Sobre a folha recebida, determine:

a) Comprimento: ____ cm

b) Largura: ____ cm

c) Área: _____ cm²

d) Perímetro: _____ cm

3. Os triângulos formados pelas dobras possuem o mesmo tamanho?

( ) Sim ( ) Não

4. São congruentes?

( ) Sim ( ) Não

5. A linha central funciona como eixo de simetria?

( ) Sim ( ) Não

6. A área da folha mudou após as dobraduras?

( ) Sim ( ) Não

7. O perímetro permaneceu o mesmo?

( ) Sim ( ) Não

Fonte: Acervo do Autor.

Aula 6 - O Cisne de Papel

Finalidade da Aula

A sexta aula da sequência didática constituiu um momento de integração e aprofundamento dos conhecimentos geométricos trabalhados ao longo das atividades anteriores. Depois de explorarem diferentes figuras planas e suas propriedades por meio de dobraduras progressivas, os estudantes foram convidados a enfrentar um novo desafio: a construção de um cisne de origami. A escolha dessa figura teve como objetivo ampliar as possibilidades de investigação geométrica, exigindo dos participantes maior atenção aos detalhes, precisão na execução das dobras e reflexão sobre as transformações ocorridas durante todo o processo de construção.

Objetivos de Aprendizagem

Ao final da sessão, espera-se que os estudantes sejam capazes de:

1. Construir um cisne de origami seguindo instruções sequenciais;
2. Identificar figuras geométricas presentes nas dobraduras;
3. Compreender o conceito de simetria;
4. Identificar segmentos e figuras congruentes;
5. Desenvolver habilidades de visualização espacial;
6. Relacionar a arte do origami aos conceitos da Geometria.

Tempo de aula

A distribuição do tempo proposto para a ***Aula 6 – O cisne de Papel,*** totaliza 50 minutos.

Organização da Turma

Formação sugerida: Grupos de 3 ou 4 alunos para atividade exploratória.

Materiais Necessários: Folha de papel para origami tamanho 15 x 15, Lápis ou Caneta, Tesoura, Régua (30 cm), Roteiro ilustrado da construção do cisne e Folha de Registro.

Desenvolvimento da Aula

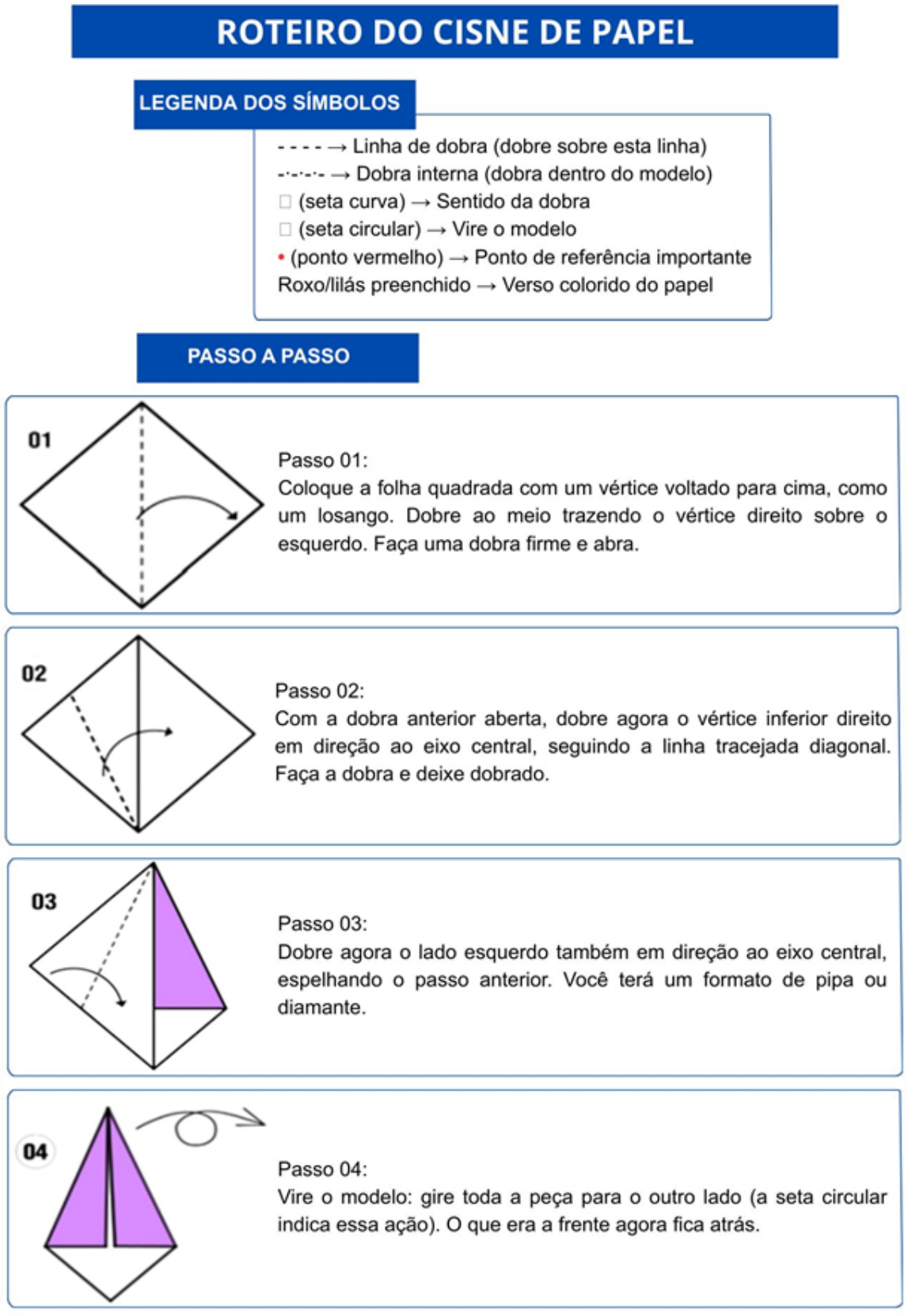
Procedimento (passo a passo):

1. Coloque a folha quadrada com um vértice voltado para cima, como um losango. Dobre ao meio trazendo o vértice direito sobre o esquerdo. Faça uma dobra firme e abra.
2. Com a dobra anterior aberta, dobre agora o vértice inferior direito em direção ao eixo central, seguindo a linha tracejada diagonal. Faça a dobra e deixe dobrado.
3. Dobre agora o lado esquerdo também em direção ao eixo central, espelhando o passo anterior. Você terá um formato de pipa ou diamante.
4. Vire o modelo: gire toda a peça para o outro lado (a seta circular indica essa ação). *O que era a frente agora fica atrás.*
5. Dobre os dois lados para dentro em direção ao eixo central (as setas duplas indicam ambos os lados simultaneamente). Essas dobras internas formam as asas do cisne.
6. Observe os pontos vermelhos: eles marcam os vértices que serão alinhados. Rotacione o modelo 90° no sentido indicado pela seta. O modelo ficará vertical.
7. Identifique a parte inferior do modelo. A linha tracejada indica onde realizar uma dobra para dentro. Essa dobra vai criar a base do corpo do cisne.
8. Dobre para trás os dois lados superiores seguindo a linha tracejada ponto-traço central. As duas metades se encontram formando o corpo. A figura fica mais estreita no topo.
9. Dobre a parte de cima do modelo (que será o pescoço) em direção à direita seguindo a seta curva. O modelo começa a tomar a forma do cisne.
10. Deite o modelo. A seta azul indica que você deve separar levemente as partes do corpo para dar volume. O ponto vermelho marca o centro do corpo. A forma do cisne está quase completa!

Discussão:

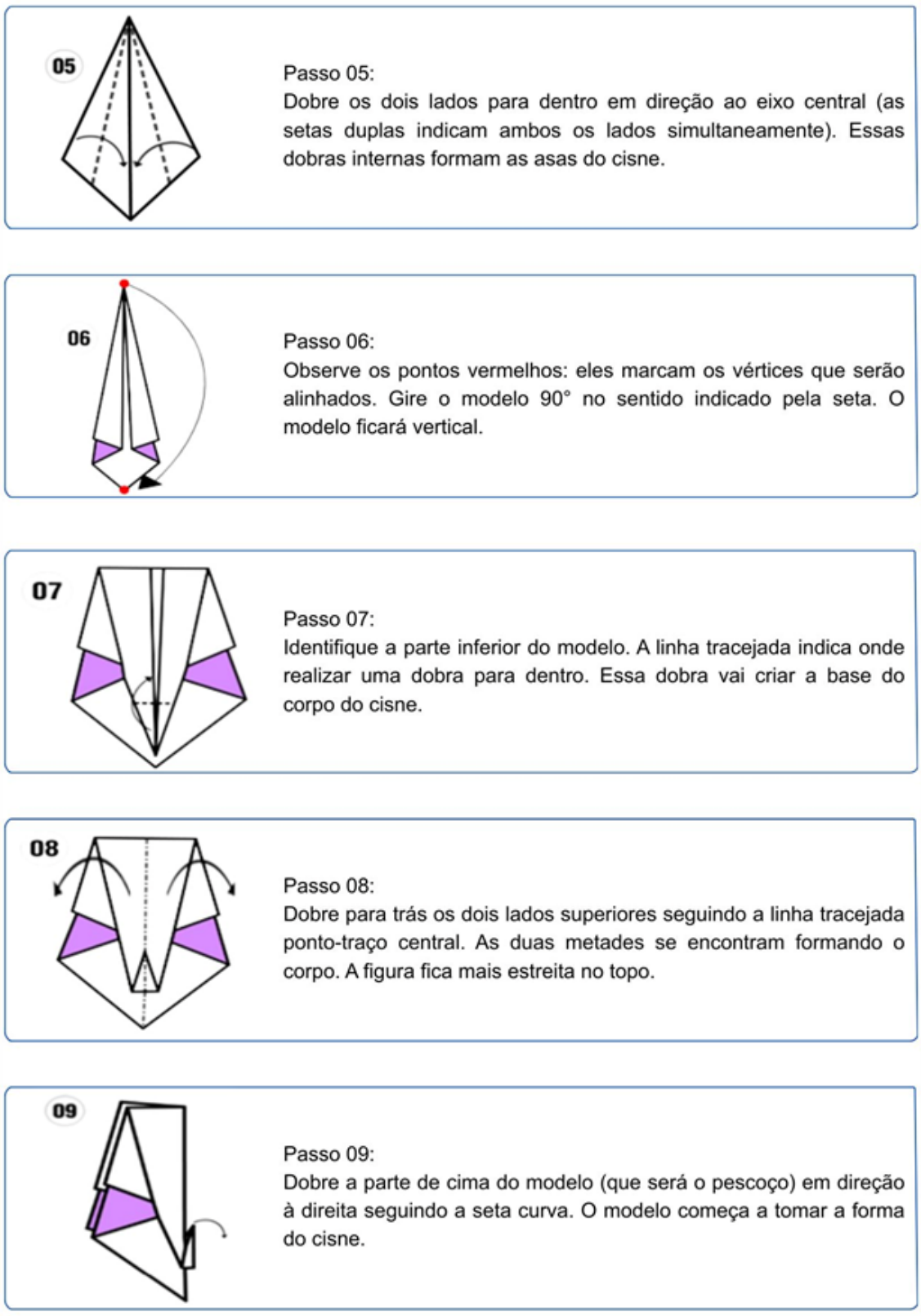
1. Que tipo de triângulo é formado? Ele é isósceles, escaleno ou equilátero?
2. Observe a simetria axial — o eixo de simetria está onde? Quantos eixos existem?
3. O corpo do cisne tem simetria axial? Qual é o eixo de simetria?
4. Que polígonos você consegue identificar no corpo e nas asas do cisne?
5. Qual figura geométrica apareceu com maior frequência durante a construção?
6. O que aconteceria se uma das dobras não fosse realizada de maneira simétrica?

Figura 8: Material de Apoio do Aluno.



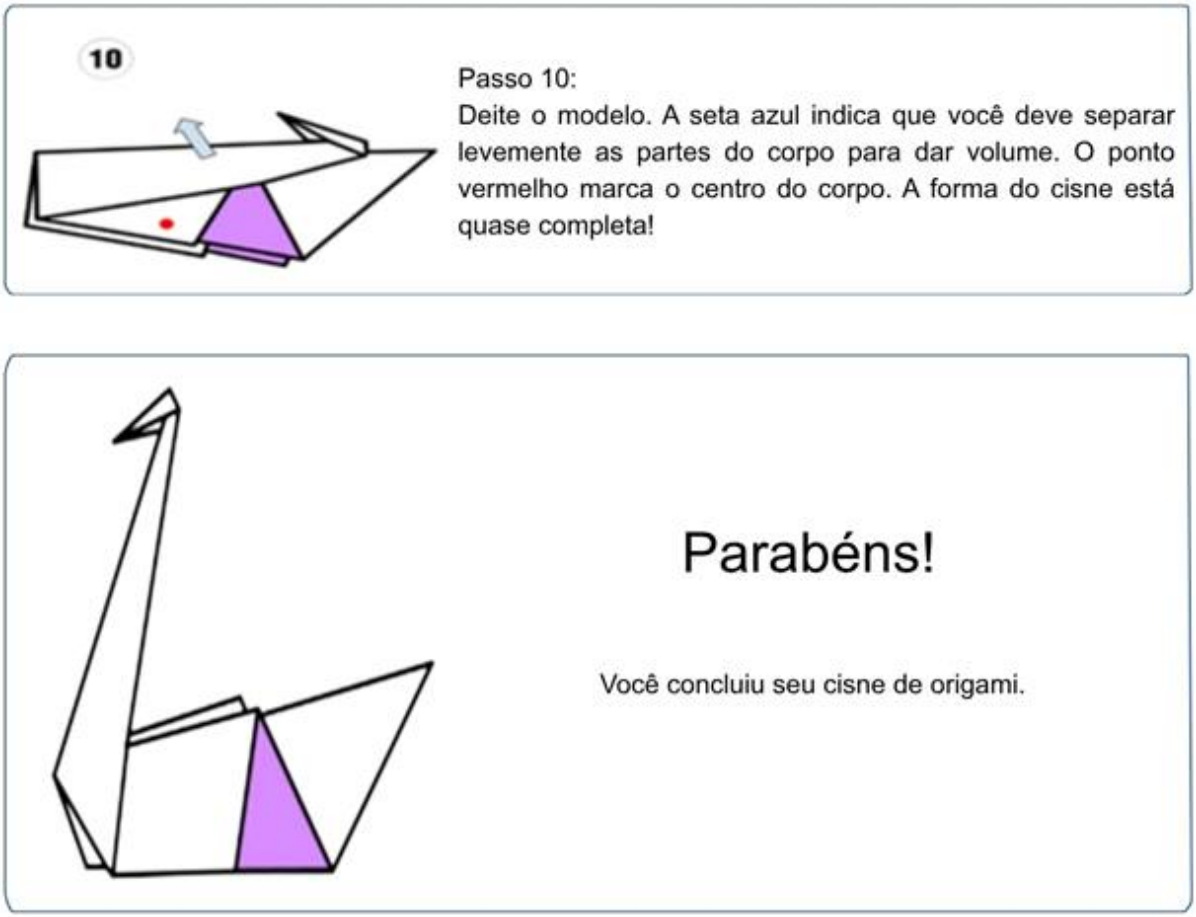
Fonte: Acervo do Autor.

Figura 9: Material de Apoio do Aluno.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 10: Material de Apoio do Aluno.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 11: Folha de Registro.

O CISNE DE PAPEL

FOLHA DE REGISTRO / DATA: ___ / ___ / ___

NOME DO(A) ALUNO(A): _____

OBSERVANDO A FIGURA INICIAL

1 A folha inicial que você recebeu é um:
( ) Quadrado ( ) Retângulo ( ) Triângulo ( ) Trapézio

2 Quantos lados possui?
_____

3 Quantos vértices possui?
_____

INVESTIGANDO TRIÂNGULOS

4 Durante as dobraduras, vários triângulos são formados. Marque os tipos encontrados:
( ) Equilátero ( ) Isósceles ( ) Escaleno ( ) Retângulo

SIMETRIA AXIAL

5 Observando as etapas do Cisne de Papel, é possível afirmar que a dobradura apresenta simetria?
( ) Sim ( ) Não

DESCOBERTAS GEOMÉTRICAS

6 Complete a tabela.

Conceito	Encontrei durante a atividade?
Triângulos	( ) SIM ( ) NÃO
Ângulos	( ) SIM ( ) NÃO
Simetria	( ) SIM ( ) NÃO
Congruência	( ) SIM ( ) NÃO
Segmentos de reta	( ) SIM ( ) NÃO
Vértices	( ) SIM ( ) NÃO

7 O que aprendi sobre Geometria ao construir o cisne?
_____
_____
_____
_____

8 Qual foi a maior dificuldade encontrada?
_____
_____
_____
_____

Fonte: Acervo do Autor.

Aulas 7 e 8 - Avaliação da aprendizagem e Roda de Conversa

Finalidade da Aula

A etapa final da intervenção pedagógica foi composta para dois momentos complementares em duas aulas de 50 minutos: a aplicação de um teste de aprendizagem, com a mesma duração e nos mesmos moldes da Avaliação Diagnóstica e a realização de uma roda de conversa. Esses instrumentos servem para viabilizar a coleta de dados quantitativos e qualitativos, possibilitando uma análise mais ampla dos impactos da sequência didática fundamentada no origami sobre a apreensão dos conceitos de Geometria.

Na primeira etapa aplica-se um teste de aprendizagem, para ser respondido individualmente pelos alunos após a conclusão de todas as atividades da sequência didática. O instrumento foi concebido a partir das competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de Geometria e incluiu dez questões objetivas que abordam os conceitos de perímetro e área de figuras planas, como quadrado, retângulo, triângulo equilátero, hexágono regular e losango. Parte das questões foi contextualizada com base nas dobraduras realizadas ao longo da intervenção, com o propósito de averiguar se os estudantes conseguem relacionar as vivências concretas proporcionadas pelo origami à formalização dos conceitos matemáticos. As questões foram organizadas de forma a avaliar não apenas a memorização de fórmulas, mas também a capacidade dos estudantes de interpretar situações, relacionar propriedades das figuras geométricas e aplicar procedimentos matemáticos na resolução de problemas.

Figura 12: Teste de Aprendizagem.

APÊNDICE D – TESTE DE APRENDIZAGEM

Teste de Aprendizagem

1. Qual é o perímetro de um triângulo equilátero com lados medindo 6 cm?

a) 12 cm
b) 18 cm
c) 36 cm
d) 6 cm

2. Um quadrado de papel foi usado para formar um triângulo retângulo por meio de uma dobra diagonal. Se o quadrado tinha lado de 10 cm, qual é a área da nova figura (triângulo)?

a) 100 cm^2
b) 50 cm^2
c) 25 cm^2
d) 10 cm^2

3. Qual fórmula é usada para calcular a área de um retângulo?

a) Área = base + altura
b) Área = lado × lado
c) Área = base × altura
d) Área = (base + altura) ÷ 2

4. Um hexágono regular tem lados de 4 cm. Qual é o seu perímetro?

a) 24 cm
b) 12 cm
c) 16 cm
d) 20 cm

5. Após uma sequência de dobraduras, um polígono com 5 lados iguais foi formado. Se cada lado mede 3 cm, o perímetro é:

a) 8 cm
b) 12 cm
c) 15 cm
d) 18 cm

6. A área de um triângulo com base de 10 cm e altura de 6 cm é:

a) 60 cm^2
b) 30 cm^2
c) 16 cm^2
d) 36 cm^2

7. Em uma atividade com origami, foi construído um retângulo com 5 cm de largura e 8 cm de comprimento. Qual a sua área?

a) 13 cm^2
b) 40 cm^2
c) 26 cm^2
d) 20 cm^2

8. Qual alternativa apresenta corretamente um par de unidades para área e perímetro, respectivamente?

a) metro e metro cúbico
b) centímetro quadrado e centímetro
c) metro cúbico e metro quadrado
d) centímetro e centímetro cúbico

9. Ao dobrar uma folha em forma de hexágono, você dividiu a figura em 6 triângulos equiláteros com 4 cm de lado. Qual é o perímetro total do hexágono?

a) 16 cm
b) 20 cm
c) 24 cm
d) 12 cm

10. As diagonais de um losango medem 10 cm e 24 cm. Qual é a área desse losango?

a) 100 cm^2
b) 120 cm^2
c) 240 cm^2
d) 260 cm^2

Fonte: Acervo do Autor.

Após a realização do teste, o professor deve organizar os alunos em um grande círculo, propiciando um clima acolhedor e democrático que possibilitasse a manifestação livre de opiniões e relatos para uma roda de conversa com os estudantes, visando incentivar a participação coletiva e troca de ideias entre todos. Esse momento, de duração de 60 minutos, tem por finalidade compreender como os participantes avaliavam a própria aprendizagem, identificar os elementos da sequência didática mais valorizados e examinar as contribuições do origami para a compreensão dos conteúdos propostos.

Como ferramenta orientadora da discussão, sugere-se o emprego de um roteiro com perguntas abertas, concebido para provocar a reflexão sobre diversos aspectos da sequência didática. Os alunos são solicitados a rememorar a percepção que tinham das aulas de Geometria antes da intervenção, a confrontar essas impressões com o que vivenciaram nas atividades com dobraduras e a ponderar eventuais alterações em sua compreensão dos conceitos geométricos.

Ao longo de toda a roda de conversa, o docente deve desempenhar o papel de mediador, estimulando a participação de todos os alunos por meio de perguntas adicionais e assegurando que distintos pontos de vista sejam compartilhados e respeitados. As intervenções dos participantes devem ser anotadas no diário de campo e, se houver autorização, registradas em áudio para posterior análise qualitativa dos dados da pesquisa.

Além de favorecer a manifestação de percepções individuais, a atividade permite que os estudantes confrontem diferentes leituras da experiência vivenciada, ampliando a compreensão sobre a relevância da aprendizagem colaborativa e do diálogo na construção do conhecimento em Matemática.

Ao término da roda de conversa, os alunos são chamados a refletir sobre a possibilidade de empregar o origami como recurso para ensinar Geometria a terceiros, reconhecendo o potencial das dobraduras para tornar os conceitos matemáticos mais concretos, visuais e acessíveis.

Desenvolvimento da Sessão

Procedimento (passo a passo):

Organize a turma em círculo, criando um ambiente propício ao diálogo e à participação coletiva.

Explique aos estudantes que o objetivo da atividade é refletir sobre as experiências vivenciadas durante a sequência didática, ressaltando que todas as opiniões serão respeitadas.

1. Apresente o roteiro da roda de conversa e informe que as perguntas servirão apenas como orientação para a discussão.
2. Inicie a conversa solicitando que os estudantes relembrem como se sentiam em relação às aulas de Geometria antes das atividades com origami.
3. Promova a discussão sobre a utilização das dobraduras para compreender conceitos como área, perímetro, figuras geométricas e simetria, incentivando os estudantes a relatarem exemplos observados durante as aulas.
4. Estimule os participantes a refletirem sobre possíveis mudanças em sua forma de compreender a Geometria, solicitando que expliquem os motivos de suas percepções.
5. Questione se as atividades práticas despertaram maior interesse ou motivação para aprender Matemática, incentivando que comentem quais momentos mais chamaram sua atenção.
6. Convide os estudantes a sugerirem melhorias para as aulas de Geometria, discutindo estratégias que poderiam tornar a aprendizagem ainda mais significativa.
7. Finalize a roda de conversa perguntando se utilizariam o origami para ensinar Geometria a outras pessoas e solicite que justifiquem suas respostas.
8. Encerre a sessão realizando uma síntese das principais contribuições apresentadas pelos estudantes, agradecendo a participação de todos e destacando a importância do diálogo como instrumento de reflexão sobre o processo de aprendizagem.

Figura 13: Roteiro da Roda de Conversa.

Roteiro da Roda de Conversa

1. Antes dessa sequência de atividades com origami, como você se sentia em relação às aulas de Geometria?

2. O que você achou de trabalhar com dobraduras para aprender sobre área, perímetro e outras ideias da Geometria?

3. Durante as atividades, você conseguiu perceber alguma diferença na sua forma de entender os conceitos geométricos? Por quê?

4. Você se sentiu mais motivado(a) ou envolvido(a) ao fazer parte dessas aulas práticas? O que chamou mais sua atenção?

5. Na sua opinião, o que poderia melhorar nas aulas de Geometria para que elas fossem mais interessantes e fáceis de entender?

6. Se você pudesse ensinar Geometria para um colega, usaria o origami? Por quê?

Fonte: Acervo do Autor.

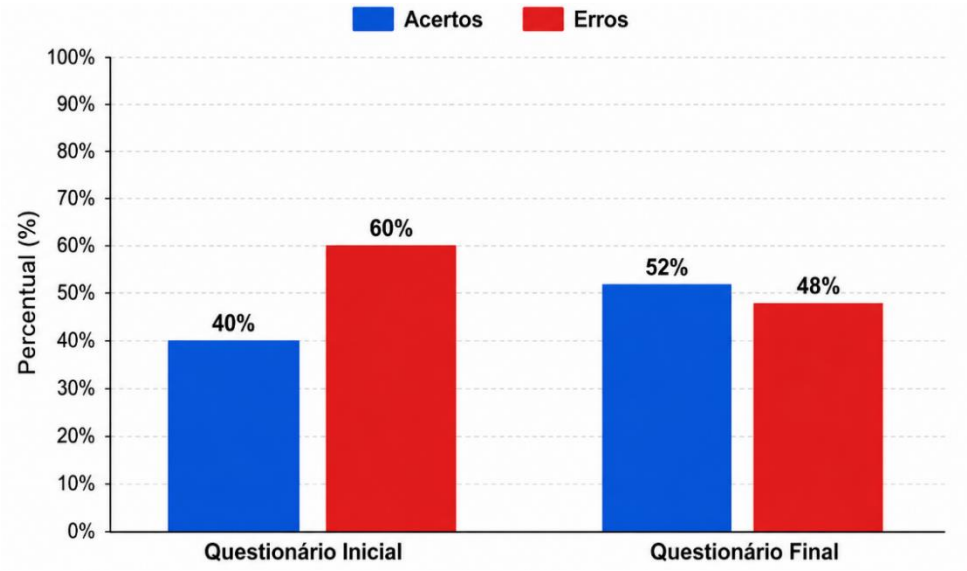
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da investigação mostram que o uso do origami se revelou uma estratégia pedagógica capaz de aumentar o envolvimento dos estudantes com os conteúdos de matemática. Os dados coletados por meio dos questionários mostraram que a maioria dos participantes reconhece a importância de atividades práticas para a aprendizagem de Geometria. Antes da intervenção, 86% dos estudantes já acreditavam que o aprendizado geométrico poderia ser facilitado com atividades visuais e práticas, enquanto 68% disseram que as dobraduras poderiam ajudar na compreensão de conceitos matemáticos. Além disso, 76% afirmaram aprender com mais facilidade quando participam ativamente das atividades, o que reforça a valorização de metodologias em que o estudante é o protagonista do processo de aprendizagem.

Outro ponto relevante foi o pouco contato prévio dos estudantes com o uso do origami nas aulas de Matemática. Aproximadamente 68% afirmaram nunca ter participado de atividades desse tipo, indicando que a proposta desenvolvida representou uma experiência inovadora para a maior parte dos participantes. Essa constatação reforça o potencial ainda pouco explorado das dobraduras como recurso didático. Elas podem aproximar conceitos abstratos de experiências concretas e significativas.

Quanto à aprendizagem dos conteúdos geométricos, os resultados mostram avanços importantes. A comparação entre a avaliação diagnóstica e o teste de aprendizagem evidenciou um aumento no percentual médio de acertos, passando de 40% para 52%, o que representa um crescimento de 12 pontos percentuais. Embora os dados não indiquem uma transformação completa no desempenho dos estudantes, eles apontam uma evolução constante na compreensão dos conceitos trabalhados ao longo da sequência didática. Como a intervenção aconteceu em um período relativamente curto, os resultados sugerem que o contato com atividades de manipulação e construção geométrica ajudou a consolidar os conhecimentos e a desenvolver a percepção espacial.

Gráfico 2 – Comparativo Questionário Inicial x Questionário Final



Fonte: Elaborado pelo autor.

As observações feitas durante as aulas também mostraram ganhos qualitativos importantes. Ao longo das atividades, os estudantes demonstraram mais interesse, participação e interação com os colegas, principalmente durante a construção dos modelos de origami. As dobraduras permitiram identificar de forma concreta conceitos como ângulos, simetria, congruência, área, perímetro e as propriedades das figuras planas, ajudando os alunos a relacionarem os conteúdos matemáticos com as transformações que aconteciam no papel. Nesse contexto, o origami se mostrou um recurso que favorece a visualização geométrica, estimula a investigação matemática e promove a construção ativa do conhecimento.

Os depoimentos dos participantes reforçam essa ideia. De modo geral, os estudantes destacaram que as atividades práticas deixaram as aulas mais interessantes, dinâmicas e fáceis de compreender. Muitos relataram que a manipulação do papel ajudou a visualizar melhor os conceitos estudados e aumentou a motivação para aprender Matemática. Além disso, a maioria disse que pretende usar o origami para ensinar Geometria a um colega. Segundo eles, as dobraduras tornam os conteúdos mais fáceis de compreender e também mais interessantes.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa permitem concluir que o origami tem um potencial importante como ferramenta pedagógica para o ensino de Geometria no Ensino Médio. O recurso contribui para tornar a aprendizagem mais

concreta, participativa e significativa, ajudando na construção dos conceitos matemáticos por meio da experimentação e da visualização. Além disso, trata-se de um material de baixo custo, de fácil acesso e que pode ser incorporado às práticas docentes sem a necessidade de uma infraestrutura complexa.

É importante reconhecer, porém, algumas limitações deste estudo. O número de participantes que responderam ao teste de aprendizagem foi menor do que o previsto inicialmente, e o período de aplicação da sequência didática foi relativamente curto para avaliar impactos de longo prazo na aprendizagem. Por isso, sugere-se que pesquisas futuras ampliem o tempo de acompanhamento dos estudantes, incluam diferentes contextos escolares e investiguem o uso do origami em outros conteúdos matemáticos, como geometria espacial, trigonometria e transformações geométricas.

Por fim, acredita-se que esta pesquisa contribui para fortalecer práticas pedagógicas inovadoras no ensino de Matemática. Isso acontece porque o estudo mostra que o origami pode ser uma ponte importante entre o conhecimento abstrato e a experiência concreta dos estudantes. Mais do que uma simples técnica de dobradura, o origami se revelou uma linguagem capaz de estimular a curiosidade, a criatividade e o raciocínio geométrico, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada às necessidades atuais da educação matemática.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARBIER, René. **A pesquisa-ação**. Brasília: Liber Livro, 2007.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOAKES, Norma J. Origami-mathematics lessons: paper folding as a teaching tool. Mathematics Teaching in the Middle School, **Reston**, v. 14, n. 8, p. 452-457, 2009.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 11.079, de 23 de maio de 2022**. Institui a Política Nacional para Recuperação das Aprendizagens na Educação Básica. Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

BRASIL. **Decreto nº 12.391, de 28 de fevereiro de 2025**. Institui o Pacto Nacional pela Recomposição das Aprendizagens e dispõe sobre sua implementação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 fev. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 12.641, de 1º de outubro de 2025**. Institui o Compromisso Nacional Toda Matemática. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º out. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

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

BRUNER, Jerome S. **The process of education**. Cambridge: Harvard University Press, 1960.

CORNELIUS, Virginia; TUBIS, Arnold. **On the effective use of origami in the mathematics classroom**. Mathematics Teacher, Reston, v. 99, n. 4, p. 222-228, 2006.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DIAS, Magda Cristina de Oliveira. **O uso do origami como recurso didático-metodológico para o ensino de geometria**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino da matemática. **Boletim SBEM-SP**, São Paulo, n. 7, p. 1-8, 1990.

FLEISCHMANN, Sheila Odisi. **O origami e suas dobras no ensino e**

aprendizagem de conteúdos matemáticos. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 69. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

FREITAS, Aline Claro de. Origami: **o uso como instrumento alternativo no ensino da geometria**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2016.

GLOWECKI, Kenia Carla Belo Domingues. **O uso de dobraduras como recurso para o estudo de conceitos geométricos**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

GUIMARÃES, Césare Antonio Gomes. **Entre as dobras: a geometria do origami**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021.

HATORI, Koshiro. **History of origami in the East and the West before interfusion**. In: WANG-IVERSON, Patsy; LANG, Robert J.; YIM, Mark (ed.). *Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics and Education*. Boca Raton: CRC Press, 2011.

HULL, Thomas; MARTIN, Eric; LANG, Robert J. ***Project Origami: activities for exploring mathematics***. Wellesley: A K Peters, 2010.

KISHIMOTO, Simone Thiemi; MARCO, Ademir de; SOARES, Daniela Bento; PONTIN, Ana Lídia. Educação Física Escolar e a Técnica de Origami na Educação Infantil. **Pensar a Prática**, Goiânia, v. 17, n. 2, 2014.

LINDOTE, Cassio Fernandes. **A influência do uso das técnicas de dobraduras e do uso de materiais concretos no ensino de geometria espacial em duas turmas do 7º ano do ensino fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

LORENZATO, Sergio. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**, Blumenau, n. 4, p. 3-13, 1995.

LORENZATO, Sergio. **Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis**. Campinas: Autores Associados, 2006.

MONTESSORI, Maria. **Pedagogia científica**. São Paulo: Flamboyant, 1965.

NEEDHAM, Joseph. **Science and civilisation in China**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

NISHIDA, Yukiyo. **Something old, something new, something borrowed, and something Froebel? The development of origami in early childhood education in Japan**. *Paedagogica Historica*, v. 55, n. 4, p. 529–547, 2019.

NOVAK, Joseph D**. Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

PASSARONI, Luiz Claudio de Sousa. **Construções geométricas por dobradura (origami): aplicações ao ensino básico**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1993.

QUEIROZ, Gideão Teixeira. **Ensino de geometria: uma abordagem a partir do uso do origami**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

RIBEIRO, Celso Henrique Motta. **Uso de dobraduras como ferramenta de aprendizagem sobre quadriláteros notáveis na educação básica**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

RIDGLEY, Lisa M.; GEARY, David C.; LI, Yaoran; MYERS, Perla; OTTINGER, Rebecca; SILVAGGIO, Danielle N.; ÜNAL, Zehra; POPOV, Vitaliy. The language of folding: increasing spatial language and decreasing mathematics anxiety through origami. **Frontiers in Education**, v. 10, 2025.

ROW, T. Sundara. **Geometric exercises in paper folding**. Madras: Addison and Co., 1893.

SANTOS, Ludemberg Gonçalo dos. **O origami como ferramenta didática para o ensino de geometria plana e espacial: história, teoremas e atividades em sala**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SILVA, Gabriel Bertoldo da**. Explorando pontos notáveis do triângulo por meio de origamis: uma experiência com alunos do nono ano**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

TRIDAPALLI, Marília Pelinson. **Sugestões de práticas de ensino de geometria utilizando origami modular**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

Questionário Inicial

Percepções sobre Geometria e Aprendizagem com Dobraduras

Para cada alternativa, marque um X no espaço correspondente.

		Sim	As vezes	Não
1	Você gosta das aulas de geometria?			
2	Você se sente motivado(a) a aprender quando usa materiais concretos?			
3	Você tem dificuldade em visualizar figuras geométricas?			
4	Já utilizou dobraduras ou origami em alguma aula de matemática?			
5	Acha que aprender geometria seria mais fácil com atividades práticas e visuais?			
6	Você costuma relacionar a matemática com situações do seu cotidiano?			
7	Entende bem os conceitos de área e perímetro de figuras planas?			
8	Acha que dobrar papel pode ajudar na compreensão de conceitos matemáticos?			
9	Você sente mais facilidade em aprender quando faz parte ativa das atividades?			
10	Já teve aulas de matemática que envolveram arte ou criatividade?			

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

1. Um triângulo isósceles tem dois lados medindo 7 cm e a base medindo 4 cm. Qual é o seu perímetro?

a) 18 cm
b) 14 cm
c) 11 cm
d) 10 cm

2. Ao dobrar um papel quadrado ao meio, obteve-se um retângulo com 6 cm de largura e 12 cm de comprimento. Qual é a área dessa nova figura?

a) 36 cm^2
b) 72 cm^2
c) 60 cm^2
d) 18 cm^2

3. Qual fórmula é usada para calcular o perímetro de um quadrado?

a) Perímetro = lado + lado
b) Perímetro = 4 x lado
c) Perímetro = $(lado)^2$
d) Perímetro = 2 x lado

4. Um pentágono regular foi formado a partir de uma dobra em papel. Se cada lado mede 5 cm, qual é o seu perímetro?

a) 20 cm
b) 15 cm
c) 25 cm
d) 30 cm

5. Um triângulo formado por dobradura tem base 8 cm e altura 5 cm. Qual é sua área?

a) 20 cm^2
b) 40 cm^2
c) 13 cm^2
d) 30 cm^2

6. Qual alternativa representa corretamente a fórmula da área de um trapézio?

a) A = base × altura
b) A = (base maior + base menor) × altura ÷ 2
c) A = lado × lado
d) A = base maior – base menor

7. Um losango tem diagonais medindo 12 cm e 20 cm. Calcule a área desse losango.

a) 120 cm^2
b) 240 cm^2
c) 100 cm^2
d) 60 cm^2

8. Qual par representa corretamente unidades de medida para área e para perímetro, respectivamente?

a) cm e cm^2
b) cm^3 e m
c) m^2 e m
d) cm^2 e cm

9. Ao dividir um hexágono regular por suas diagonais, foram formados 6 triângulos equiláteros com 3 cm de lado. Qual o perímetro total do hexágono?

a) 9 cm
b) 12 cm
c) 18 cm
d) 24 cm

10. Uma atividade com origami resultou em um retângulo de 9 cm por 4 cm. Qual é o perímetro da figura?

a) 36 cm
b) 26 cm
c) 18 cm
d) 13 cm

APÊNDICE C – TESTE DE APRENDIZAGEM

Teste de Aprendizagem

1. Qual é o perímetro de um triângulo equilátero com lados medindo 6 cm?

a) 12 cm
b) 18 cm
c) 36 cm
d) 6 cm

2. Um quadrado de papel foi usado para formar um triângulo retângulo por meio de uma dobra diagonal. Se o quadrado tinha lado de 10 cm, qual é a área da nova figura (triângulo)?

a) 100 cm^2
b) 50 cm^2
c) 25 cm^2
d) 10 cm^2

3. Qual fórmula é usada para calcular a área de um retângulo?

a) Área = base + altura
b) Área = lado × lado
c) Área = base × altura
d) Área = (base + altura) ÷ 2

4. Um hexágono regular tem lados de 4 cm. Qual é o seu perímetro?

a) 24 cm
b) 12 cm
c) 16 cm
d) 20 cm

5. Após uma sequência de dobraduras, um polígono com 5 lados iguais foi formado. Se cada lado mede 3 cm, o perímetro é:

a) 8 cm
b) 12 cm
c) 15 cm
d) 18 cm

6. A área de um triângulo com base de 10 cm e altura de 6 cm é:

a) 60 cm^2
b) 30 cm^2
c) 16 cm^2
d) 36 cm^2

7. Em uma atividade com origami, foi construído um retângulo com 5 cm de largura e 8 cm de comprimento. Qual a sua área?

a) 13 cm^2
b) 40 cm^2
c) 26 cm^2
d) 20 cm^2

8. Qual alternativa apresenta corretamente um par de unidades para área e perímetro, respectivamente?

a) metro e metro cúbico
b) centímetro quadrado e centímetro
c) metro cúbico e metro quadrado
d) centímetro e centímetro cúbico

9. Ao dobrar uma folha em forma de hexágono, você dividiu a figura em 6 triângulos equiláteros com 4 cm de lado. Qual é o perímetro total do hexágono?

a) 16 cm
b) 20 cm
c) 24 cm
d) 12 cm

10. As diagonais de um losango medem 10 cm e 24 cm. Qual é a área desse losango?

a) 100 cm^2
b) 120 cm^2
c) 240 cm^2
d) 260 cm^2

APÊNDICE D – ROTEIRO DA RODA DE CONVERSA

Roteiro da Roda de Conversa

1. Antes dessa sequência de atividades com origami, como você se sentia em relação às aulas de Geometria?

2. O que você achou de trabalhar com dobraduras para aprender sobre área, perímetro e outras ideias da Geometria?

3. Durante as atividades, você conseguiu perceber alguma diferença na sua forma de entender os conceitos geométricos? Por quê?

4. Você se sentiu mais motivado(a) ou envolvido(a) ao fazer parte dessas aulas práticas? O que chamou mais sua atenção?

5. Na sua opinião, o que poderia melhorar nas aulas de Geometria para que elas fossem mais interessantes e fáceis de entender?

6. Se você pudesse ensinar Geometria para um colega, usaria o origami? Por quê?

ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL (TAI)

RIO DE JANEIRO

Governo do Estado do Rio de Janeiro
Secretaria de Estado de Educação
Coordenadoria Regional Metropolitana IV
C. E. Dr. Albert Sabin UA 11802307583 CENSO 33082146

TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL - TAI

Eu, *Sônia Silva de Azevedo*, na condição de Diretor Geral, matrícula 09330408, responsável pela(o) *CE Doutor Albert Sabin*, manifesto a ciência, concordância e disponibilidade dos meios necessários para a realização e desenvolvimento da pesquisa intitulada "Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de conceitos de geometria em uma turma do 1º ano do ensino médio" na nossa instituição. A instituição assume o compromisso de apoiar a pesquisa que será desenvolvida por Rômulo Ferreira Pontes, sob a orientação do Dr. Luciano Vianna Félix, Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), tendo ciência que a pesquisa objetiva analisar o aprendizado dos alunos do 1º ano sobre Geometria em Polígonos, através de atividades além dos limites físicos da sala de aula.

A instituição assume o compromisso de que a coleta dos dados estará condicionada à apresentação de Parecer de Aprovação por Comitê de Ética em Pesquisa, junto ao Sistema CEP/Conep.

Atenciosamente,

Rio de Janeiro, 09 de julho de 2025.

Sônia Silva de Azevedo
Diretora Geral
C. E. Dr. Albert Sabin
Matr.:09330408-8/ID: 3943203-6

Rua Tenente Ronaldo Santoro, s/nº - Campo Grande – Rio de Janeiro, RJ – CEP 23.080-270
Telefone: 2333-6918
e-mail: cedralbertsabin@educacao.rj.gov.br

ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convite Especial para Você!

Você está sendo convidado(a) para participar de um estudo que tem o seguinte nome: Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de perímetro e área de figuras planas em uma turma do 1º ano do ensino médio.

Com este documento você fica sabendo de tudo que vai acontecer nesse estudo, e se tiver qualquer dúvida é só perguntar para o pesquisador ou seu responsável.

Sua participação é importante e você pode escolher participar ou não.
Iremos conversar com seus responsáveis, pois é importante termos a autorização deles também.
Antes de você decidir participar do estudo, é importante saber por que esta pesquisa está sendo realizada e como será a sua participação.

Você pode em qualquer momento dizer que não quer mais fazer parte do estudo, mesmo que tenha assinado este documento. Você não será prejudicado (a) de forma alguma, mesmo que não queira participar. Você, seus responsáveis ou sua família não precisam pagar nada para sua participação no estudo.

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional

Por que esta pesquisa é importante?



Esta pesquisa de dissertação de mestrado deseja investigar a relevância do uso do origami como uma ferramenta didática para ensinar conceitos de geometria, de forma mais específica, auxiliar no cálculo de perímetro e áreas de figuras planas, como quadrados, retângulos e triângulos.
O estudo será realizado com alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma Escola Estadual. Ao trabalhar com dobraduras de papel, espera-se estimular a visualização espacial, o raciocínio lógico e a criatividade dos estudantes, tornando as aulas mais lúdicas e interativas.
Antes do início da atividade, os alunos responderão um questionário com questões sobre perímetro e áreas do quadrado, retângulo e triângulo, sobre o interesse pelo estudo da matemática e também sobre a dificuldade em contextualizar os conceitos com os exercícios propostos. A metodologia inclui uma oficina prática com atividades de origami, além de registros, avaliações diagnósticas e formativas. Os dados serão analisados qualitativamente, com base nas observações, produções dos alunos e entrevistas. A Roda de Conversa terá áudio gravado para análise futura do pesquisador. O estudo busca contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras que favoreçam a compreensão dos conceitos geométricos no Ensino Médio.

Quem pode participar?



A pesquisa é direcionada para uma turma do 1º ano do Ensino Médio em uma escola estadual localizada no bairro de Campo Grande.

Como será a pesquisa?



Inicialmente, você responderá um questionário para auxiliar a traçar o perfil da turma quanto ao gosto pela matemática e também sobre alguns conceitos de geometria.
Depois, as atividades orientadas serão conduzidas pelo professor durante a aula de matemática.
Depois da atividade com origamis, será aplicado um novo questionário, um teste de verificação dos conceitos apresentados e uma roda de conversa. A Roda de Conversa terá áudio gravado para análise futura do pesquisador.

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional



Se você participar, o que pode acontecer? Quais são os riscos?

Conforme as diretrizes da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), toda pesquisa com seres humanos envolve, ainda que mínimos, riscos potenciais. No caso da pesquisa intitulada *"Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de perímetro e área de figuras planas em uma turma do 1° ano do Ensino Médio"*, os riscos são considerados de natureza mínima, porém devem ser claramente explicitados:

1. Leve desconforto muscular ou cansaço nas mãos e nos dedos, especialmente se não estiverem habituados a realizar movimentos de precisão manual,
2. As atividades propostas exigem atenção, concentração e raciocínio espacial, o que pode ocasionar fadiga mental em alguns estudantes,
3. Alguns participantes podem experimentar ansiedade leve ou frustração caso tenham dificuldade em compreender ou realizar as dobraduras.

Como esses riscos serão cuidados?

Os riscos identificados na pesquisa *"Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de perímetro e área de figuras planas em uma turma do 1° ano do Ensino Médio"* serão cuidadosamente monitorados e minimizados por meio de ações preventivas e estratégias pedagógicas adequadas, garantindo a segurança, o bem-estar e o respeito aos participantes. Abaixo estão detalhadas as formas de cuidado com cada tipo de risco:

1. As atividades serão planejadas com duração adequada e intercaladas com momentos de pausa.
2. Será utilizado papel de gramatura leve e apropriado para origami, evitando dobras muito rígidas ou difíceis.
3. Os alunos serão instruídos sobre como manusear o papel corretamente, evitando esforço excessivo.
4. As aulas serão conduzidas de forma dinâmica, lúdica e interativa, respeitando o tempo de atenção e o ritmo dos estudantes.
5. O pesquisador estará atento a sinais de cansaço e poderá ajustar a sequência caso necessário.
6. As atividades de dobradura não terão caráter avaliativo tradicional e serão apresentadas como oportunidades de exploração e descoberta.
7. Haverá acompanhamento individualizado e apoio contínuo do pesquisador para esclarecer dúvidas e ajudar nos momentos de dificuldade.

Por que sua participação é importante e pode ser boa para você?

Esta pesquisa vai ajudar você a: aprender de forma mais visual, concreta e divertida, facilitando a compreensão de conceitos como área, perímetro, ângulos e simetria. Sem contar que a pesquisa também trará benefícios a outras pessoas pelo avanço da ciência, e você estará participando disso. Também podemos te contar sobre os resultados durante e ao final da pesquisa.

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional

Você gostaria de participar deste estudo?
Faça um x na sua escolha.



Sim, quero participar ( )



Não quero participar ( )

→ Se você marcou sim, por favor assine aqui:

Declaração do participante

Eu, _____, aceito participar da pesquisa. Entendi as informações importantes da pesquisa, sei que não tem problema se eu desistir de participar a qualquer momento. Concordo com a divulgação dos dados obtidos neste estudo e a autorizo, desde que mantida em sigilo a minha identidade. Os pesquisadores conversaram comigo e tiraram as minhas dúvidas.

Assinatura: _____ data:_____

Acesso à informação

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com Rômulo Ferreira Pontes, pesquisador responsável, no celular (21)98570-1058, profissional/institucional Rua Tenente Ronald Santoro, 0 - Campo Grande, Rio de Janeiro - RJ, 23080-270, e e-mail *pontesromtaty@gmail.com*. Este estudo foi analisado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo ou se estiver insatisfeito com a maneira como o estudo está sendo realizado, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situado na BR 465, Km7, CEP 23.897-000, Seropédica, Rio de Janeiro/RJ, sala CEP/PROPPG/UFRRJ localizada na Biblioteca Central, telefones (21) 2681-4749, e-mail eticacep@ufrrj.br, com atendimento de segunda a sexta, das 08:00 às 17:00h por telefone e presencialmente às terças e quintas das 09:00 às 16:00h.

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive o assentimento do menor de idade para a participar deste estudo e declaro que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: Rômulo Ferreira Pontes

Assinatura: _____ Local/data:_____

Nome do assistente de pesquisa/testemunha:_____

Assinatura: _____ Local/data:_____

Este termo foi elaborado a partir do modelo de TALE do CEP/Unifesp e orientações do CEP/IFF/Fiocruz.

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a autorizar o(a) menor sob sua responsabilidade participar de uma pesquisa intitulada "Origami como ferramenta pedagógica para o ensino *de perímetro e área de figuras planas* em uma turma do 1º ano do Ensino Médio". O objetivo desta pesquisa de dissertação de mestrado é investigar a relevância do uso do origami como uma ferramenta didática para ensinar conceitos de geometria, de forma mais específica, auxiliar no cálculo de perímetro e áreas de figuras planas, como quadrados, retângulos e triângulos. O pesquisador responsável por esta pesquisa é Rômulo Ferreira Pontes, Professor do Colégio Estadual Dr. Albert Sabin, aluno no PROFMAT da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Dr. Luciano Vianna Félix, Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Você receberá os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo, em favor de não identificá-lo(a).

As informações serão obtidas da seguinte forma: antes do início da atividade, os alunos responderão um questionário com questões sobre perímetro e áreas do quadrado, retângulo e triângulo, sobre o interesse pelo estudo da matemática e também sobre a dificuldade em contextualizar os conceitos com os exercícios propostos. A metodologia inclui uma oficina prática com atividades de origami, além de registros, avaliações diagnósticas e formativas. Os dados serão analisados qualitativamente, com base nas observações, produções dos alunos e entrevistas. A Roda de Conversa terá áudio gravado para análise futura do pesquisador.

A participação do(da) menor sob sua responsabilidade envolve os seguintes riscos mínimos e previsíveis: *leve desconforto muscular ou cansaço nas mãos e nos dedos*, especialmente se não estiverem habituados a realizar movimentos de precisão manual, *fadiga mental*, devido ao fato de algumas atividades propostas exigirem atenção, concentração e raciocínio espacial e alguns participantes podem experimentar *ansiedade leve ou frustração* caso tenham dificuldade em compreender ou realizar as dobraduras. A sua participação pode ajudar os pesquisadores a entender melhor se o uso do Origami facilita a compreensão de conceitos como área, perímetro, ângulos e simetria, tornando a aprendizagem mais visual, concreta e divertida. Sem contar que a pesquisa também trará benefícios a outras pessoas pelo avanço da ciência, e você estará participando disso. Também podemos te contar sobre os resultados durante e ao final da pesquisa.

Você está sendo consultado sobre seu interesse e disponibilidade de autorizar que o(a) menor sob sua responsabilidade participe desta pesquisa. Você é livre para recusar-se a autorizar, retirar seu consentimento ou interromper a participação do(a) menor a qualquer momento. A recusa em autorizar a participação do(a) menor não acarretará penalidade alguma.

O(a) menor sob sua responsabilidade não será remunerado por ser participante da pesquisa. Se houver gastos com transporte ou alimentação, eles serão ressarcidos pelo pesquisador responsável. Todas as informações obtidas por meio de sua participação serão de uso exclusivo para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do/da pesquisador/a responsável. Caso a pesquisa resulte em dano pessoal, o ressarcimento e indenizações previstos em lei poderão ser requeridos pelo participante. Os pesquisadores poderão informar os resultados ao final da pesquisa por meio do e-mail fornecido.

Caso você tenha qualquer dúvida com relação à pesquisa, entre em contato com o pesquisador através do telefone (21)98570-1058, pelo e-mail *pontesromtaty@gmail.com*, e endereço profissional/institucional Rua Tenente Ronald Santoro, 0 - Campo Grande, Rio de Janeiro - RJ, 23080-270.

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Campus Seropédica
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Matemática
PROFMAT – Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional

Este estudo foi analisado e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir o bem-estar, a dignidade, os direitos e a segurança de participantes de pesquisa; bem como assegurando a participação do pesquisador sob os mesmos aspectos éticos.

Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situada na BR 465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro, pelo telefone (21) 2681-4749 de segunda a sexta, das 09:00 às 16:00h, pelo e-mail: eticacep@ufrrj.br ou pessoalmente às terças e quintas das 09:00 às 16:00h.

No caso de aceitar participar da pesquisa, você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e também assinar as duas vias deste documento. Uma via é sua e a outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Para mais informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a **Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa** elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), disponível no site:

http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Consentimento do responsável do participante

Eu, abaixo assinado, entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o pesquisador e autorizo o(a) menor sob meus cuidados a participar, sabendo que posso desistir a qualquer momento, mesmo depois de iniciar a pesquisa. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo, desde que mantida em sigilo os dados do(a). Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Nome do(a) participante: _____
Nome do(a) responsável: _____
Assinatura: _____ local e data:_____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) responsável legal desse(a) participante menor de 18 anos para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: Rômulo Ferreira Pontes

Assinatura: _____ Local/data:_____

Nome do auxiliar de pesquisa/testemunha (Se houver): _____

Assinatura: _____ Local/data:_____

**Este termo foi elaborado a partir do modelo de TCLE do CEP/Unifesp e orientações do CEP/IFF/Fiocruz.*

ANEXO D – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Origami como ferramenta pedagógica para o ensino de perímetro e área de figuras planas em uma turma do 1º ano do ensino médio

Pesquisador: ROMULO FERREIRA PONTES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 91238525.6.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.794.052

Apresentação do Projeto:

O pesquisador relata que uma dificuldade dos alunos é entender e interagir com os temas abstratos da matéria, especialmente os conceitos da Geometria. A pesquisa investigará a relevância do uso do origami como uma ferramenta didática para ensinar conceitos de geometria, de forma mais específica, auxiliar no cálculo de perímetro e áreas de figuras planas, como quadrados, retângulos e triângulos.

O pesquisador apresenta a seguinte equipe de pesquisa: ROMULO FERREIRA PONTES e Luciano Vianna Felix (nome citado apenas no projeto)

Trata-se de uma pesquisa predominantemente qualitativa, pois busca compreender os significados, percepções e impactos do uso do origami no ensino de geometria.

A metodologia será feita em seis etapas:

1. Aplicação de Questionário Diagnóstico (Pré-atividade)
2. Desenvolvimento das atividades
3. Observação e Registro
4. Coleta de Produções dos Alunos
5. Aplicação de Questionário Avaliativo (Pós-atividade)

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2°andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 **E-mail:** eticacep@ufrrj.br

Desfecho primário:
Desempenho dos alunos quanto aos conceitos de área e perímetro de figuras planas.

Critérios de inclusão: Não apresentados
Critérios de exclusão: Não apresentados

Objetivo da Pesquisa:
O proponente descreve como objetivos:

Objetivo Primário:
Analisar como a utilização do origami pode contribuir para a compreensão e ensino de conceitos da geometria, especialmente, perímetro e área de
figuras planas, no contexto do ensino médio, proporcionando uma abordagem prática e visual que facilita a aprendizagem dos alunos.

Objetivos Secundários:
1. Investigar como o uso de materiais concretos como as dobraduras do origami, colaboram para um maior engajamento dos alunos no processo de
aprendizagem de conceitos geométricos.
2. Explorar as formas geométricas através da técnica do origami e realizar algumas dobraduras.
3. Desenvolver um recurso educacional: ¿Geometria em Dobras: Explorando Conceitos Geométricos através do Origami¿, uma sequência didática
para promover a compreensão de forma concreta, visual e lúdica de conceitos fundamentais da geometria.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
O proponente descreve:

Riscos:
A participação dos alunos envolve os seguintes riscos mínimos e previsíveis:
1. Leve desconforto muscular ou cansaço nas mãos e nos dedos, especialmente se não

estiverem habituados a realizar movimentos de precisão
manual.
2. Fadiga mental, devido ao fato de algumas atividades propostas exigirem atenção, concentração e raciocínio espacial.
3. Alguns participantes podem experimentar ansiedade leve ou frustração caso tenham dificuldade em compreender ou realizar as dobraduras.

Benefícios:
A participação pode ajudar os pesquisadores a entender melhor se o uso do origami facilita a compreensão de conceitos como área, perímetro, ângulos e simetria, tornando a aprendizagem mais visual, concreta e divertida. Sem contar que a pesquisa também trará benefícios a outras pessoas pelo avanço da ciência.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
O protocolo de pesquisa apresentado possui os elementos necessários à apreciação ética.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Todos os documentos apresentados no protocolo de pesquisa pelo(a) proponente não possuem pendência, segundo as normas vigentes.

Recomendações:
Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:
a) quando da pendência, o pesquisador terá até 30 dias para responder às demandas e relatoria;
b) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
c) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
d) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
A adequação à RESOLUÇÃO Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, foi plenamente atendida pelo(a) pesquisador(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 510 de 24 de maio de 2016, foi plenamente atendida pelo(a) pesquisador(a).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2606686.pdf	01/08/2025 14:36:05		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TAI.pdf	01/08/2025 14:35:39	ROMULO FERREIRA PONTES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	01/08/2025 14:34:53	ROMULO FERREIRA PONTES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_origami.pdf	24/07/2025 13:15:49	ROMULO FERREIRA PONTES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	24/07/2025 13:10:35	ROMULO FERREIRA PONTES	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto_ROMULO.pdf	24/07/2025 13:06:31	ROMULO FERREIRA PONTES	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SEROPEDICA, 26 de Agosto de 2025

Assinado por:
Valeria Nascimento Lebeis Pires
(Coordenador(a))

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2°andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 **E-mail:** eticacep@ufrrj.br