



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Linha de Pesquisa: Metodologia para Ensino de Matemática no
Ensino Fundamental

LUCIANA PINTO DOS SANTOS

**O ENSINO DE ÁREA DE FIGURAS PLANAS NA
4ª ETAPA DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS POR
MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS**

BELÉM/PA
2026

LUCIANA PINTO DOS SANTOS

**O ENSINO DE ÁREA DE FIGURAS PLANAS NA 4ª ETAPA DA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS POR MEIO DE ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS**

Dissertação apresentada como requisito para título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia para Ensino de Matemática no Ensino Fundamental.

Orientadora: Profa. Dr^a Maria de Lourdes S. Santos
Coorientador: Prof. Dr. Pedro F. de Sá.

LUCIANA PINTO DOS SANTOS

O ENSINO DE ÁREA DE FIGURAS PLANAS NA 4ª ETAPA DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará. Linha de Pesquisa: Metodologia do Ensino de Matemática no Nível Fundamental.

Orientadora: Profa. Dra. Maria de Lourdes Silva Santos

Data de aprovação: 16/06/2026

Banca examinadora



Orientadora

Profa. Dra. MARIA DE LOURDES SILVA SANTOS

Doutora em Educação – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro / PUC- RJ
Universidade do Estado do Pará



Examinador Interno

Prof. Dr. PEDRO FRANCO DE SÁ

Doutor em Educação – Universidade Federal do Rio grande do Norte - UFRN
Universidade do Estado do Pará



Examinador Externo

Prof. Dr. IRAN ABREU MENDES

Pós-doutor em Educação Matemática – UNESP Rio Claro
Universidade Federal do Pará

Belém – PA

2026

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará**

S237e Santos, Luciana Pinto dos

O ensino de área de figuras planas na 4ª etapa da Educação de Jovens e Adultos por meio de atividades experimentais / Luciana Pinto dos Santos. — Belém, 2026.

166 f.

Orientadora: Profª. Drª. Maria de Lourdes Silva Santos

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2026.

1. Ensino-aprendizagem. 2. Educação de jovens e adultos. 3. Geometria plana. 4. Metodologia de ensino de matemática. I. Título.

CDD 22.ed. 510.7

Elaborada por Priscila Melo – Bibliotecária CRB 2/1345

DEDICATÓRIA

Agradeço e dedico este mérito a Deus, por me guiar nos dias em que o aprendizado parecia impossível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela benção da maturidade acadêmica.

À minha mãe, Creuza Pinto dos Santos, por acreditar em meu potencial mais do que eu mesma.

Ao meu pai, José Antônio Porpino dos Santos, por sua colaboração valiosa em meu produto educacional.

Ao meu esposo, Geraldo Carvalho Furtado, pelo companheirismo e por assumir as responsabilidades do lar, permitindo que eu focasse na busca por um futuro melhor para nossa família.

Às minhas filhas, Yasmin e Yngrid, que, ao buscarem autonomia em seus próprios estudos, proporcionaram-me o tempo necessário para me dedicar integralmente neste estudo.

Aos familiares, amigos e colegas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação durante esta caminhada, sem medir esforços.

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria de Lourdes Silva Santos, que transcendeu o papel docente com paciência, ensinando-me a ter o equilíbrio emocional. Ao meu coorientador, Prof. Dr. Pedro Franco de Sá, pela sensibilidade em despertar em mim novos planos e ambições intelectuais que outrora pareciam distantes.

Por fim, a todos os docentes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo do curso.

RESUMO

SANTOS, Luciana Pinto dos. **O ensino de área de figuras planas na 4ª etapa da Educação de Jovens e Adultos por meio de atividades experimentais**. 2026. 166 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2026.

Este trabalho traz os resultados de uma investigação que foi guiada pela seguinte questão: como o ensino de área de figuras planas, por meio de atividades experimentais, pode contribuir para a aprendizagem de alunos da 4.ª etapa da EJA? É importante que esses estudantes compreendam o conceito de área de figuras planas para que não se tornem dependentes da memorização das fórmulas. Na busca por responder à referida questão, estabelecemos como objetivo geral: analisar efeitos na aprendizagem por meio de atividades experimentais no ensino de áreas de figuras planas em uma turma da 4.ª etapa da EJA. A metodologia deste trabalho baseou-se na Engenharia Didática de Artigue (1995), desdobrando-se em quatro etapas: análises prévias, concepção e análise a priori, experimentação, e análise a posteriori e validação. Realizou-se consulta em documentos como: Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e matriz de referência do Exame Nacional de Competência de Jovens e Adultos (ENCCEJA) como base teórica para este estudo. Também se realizou revisão bibliográfica nos trabalhos de: Pacheco, 2009; Pacheco, Giraffa, 2010; Molon, 2011; Valença, 2016; Araújo, Silva, 2020. Para diagnosticar o nível de compreensão acerca de áreas de figuras planas entre egressos do ensino fundamental, promoveu-se uma investigação de campo na capital paraense durante o ano de 2024. Com base nesse percurso, realizou-se uma intervenção de ensino com 20 alunos de uma escola pública de Belém/PA (2025). Validou-se um produto educacional deixado como contribuição para ajudar docentes e discentes a minimizar dificuldades do ensino e aprendizagem de área de figuras planas na 4.ª etapa da EJA. Esse produto é composto por uma sequência didática voltada às atividades experimentais (Sá, 2019). Os resultados indicaram que os impactos da intervenção por meio de Atividade Experimental extrapolaram a construção da aprendizagem, incidindo favoravelmente na assiduidade, no despertar do interesse de aprender, no envolvimento ativo e na percepção de autoconfiança de grande parcela do corpo discente.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem; educação de jovens e adultos; geometria plana; metodologia de ensino de matemática.

ABSTRACT

SANTOS, Luciana Pinto dos. **The teaching of the area of plane figures in the 4th stage of Youth and Adult Education through experimental activities.** 2026. 166 f. Dissertation (Professional Master's in Mathematics Teaching) – State University of Pará, Belém, 2026.

This work presents the results of an investigation guided by the following question: how can the teaching of the area of plane figures, through experimental activities, contribute to the learning of students in the 4th stage of Youth and Adult Education (EJA)? It is important for these students to understand the concept of the area of plane figures so they do not become dependent on memorizing formulas. In the search to answer this question, the following general objective was established: to analyze the effects on learning through experimental activities in the teaching of areas of plane figures in a 4th stage EJA class. The methodology of this work was based on Artigue's Didactic Engineering (1995), unfolding into four stages: preliminary analyses, conception and a priori analysis, experimentation, and a posteriori analysis and validation. A consultation was conducted in documents such as: National Common Curricular Base (BNCC) and the reference matrix of the National Examination for the Certification of Youth and Adult Skills (ENCCEJA) as the theoretical basis for this study. A literature review was also performed on the works of: Pacheco, 2009; Pacheco, Giraffa, 2010; Molon, 2011; Valença, 2016; Araújo, Silva, 2020. To diagnose the level of understanding regarding the areas of plane figures among elementary school graduates, a field investigation was promoted in the capital of Pará during the year 2024. Based on this path, a teaching intervention was carried out with 20 students from a public school in Belém/PA (2025). An educational product was validated and provided as a contribution to help teachers and students minimize difficulties in the teaching and learning of the area of plane figures in the 4th stage of EJA. This product consists of a didactic sequence focused on experimental activities (Sá, 2019). The results indicated that the impacts of the intervention through Experimental Activity went beyond the construction of learning, favorably affecting attendance, the awakening of interest in learning, active involvement, and the perception of self-confidence in a large portion of the student body.

Keywords: teaching-learning; youth and adult education; plane geometry; mathematics teaching methodology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Papiro Egípcio	25
Figura 2 – Medidas Egípcias e equivalências	26
Figura 3 – Problema 49 no Papiro de Rhind	26
Figura 4 – Semelhança de figuras	27
Figura 5 – Relação entre o Retângulo (R) e o quadrado (q)	28
Figura 6 – Quadrado Q	29
Figura 7 – Quadrado Q'	29
Figura 8 – Propriedades de equivalência entre polígonos	31
Figura 9 – Área do Paralelogramo	31
Figura 10 – Área do retângulo	32
Figura 11 – Área do trapézio	33
Figura 12 – Área do losango	34
Figura 13 – Losango desenhado por <i>Homo sapiens</i>	37
Figura 14 – Rio Nilo	38
Figura 15 – YBC 7290	40
Figura 16 – Método de Arquimedes	44
Figura 17 – Maior percentual de acertos	56
Figura 18 – Menor percentual de acertos	56
Figura 19 – Busca no periódico da CAPES	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Habilidade sobre área de figuras planas	23
Quadro 2 – Múltiplos/Submúltiplos	27
Quadro 3 – Características de aproximação por excesso/falta	35
Quadro 4 – Filósofos Grécia antiga	42
Quadro 5 – Questões do teste de verificação	56
Quadro 6 – Critérios de exclusão	58
Quadro 7 – Mapeamento de estudos por foco de características	59
Quadro 8 – Mapeamento por foco de investigação	60
Quadro 9 – Livros analisados	63
Quadro 10 – Níveis cognitivos (Taxonomia de Bloom)	63
Quadro 11 – Assuntos abordados nos livros didáticos	66
Quadro 12 – Desenvolvimento do conceito nos livros didáticos	67
Quadro 13 – Previsão do cronograma da sequência didática	69
Quadro 14 – Dimensão do tipo de conhecimento	86
Quadro 15 – Forma bidimensional do pré/pós-teste	86
Quadro 16 – Determinação das observações desejadas	87
Quadro 17 – Determinação do resultado desejado	88
Quadro 18 – Classificação quanto aos tipos de atividades	92
Quadro 19 – Classificação quanto ao modo de desenvolvimento	92
Quadro 20 – Classificação quanto à organização	92
Quadro 21 – Classificação quanto ao planejamento	93
Quadro 22 – Cronograma de execução das atividades	94
Quadro 23 – Frequência dos pesquisados	96
Quadro 24 – Grupo da atividade do retângulo (Atividade 1)	99
Quadro 25 – Conclusões registradas na atividade 1	100
Quadro 26 – Observações registradas na atividade 1	101
Quadro 27 – Grupo da atividade do quadrado (Atividade 2)	101
Quadro 28 – Conclusões registradas na atividade 2	102
Quadro 29 – Observações registradas na atividade 2	103
Quadro 30 – Grupo da atividade do paralelogramo (Atividade 3)	103
Quadro 31 – Conclusões registradas na atividade 3	104
Quadro 32 – Observações registradas na atividade 3	104

Quadro 33 – Grupo da atividade do triângulo (Atividade 4)	105
Quadro 34 – Conclusões registradas na atividade 4	106
Quadro 35 – Observações registradas na atividade 4	106
Quadro 36 – Grupo da atividade do trapézio (Atividade 5)	107
Quadro 37 – Conclusões registradas na atividade 5	107
Quadro 38 – Observações registradas na atividade 5	108
Quadro 39 – Grupo da atividade do losango (Atividade 6)	108
Quadro 40 – Conclusões registradas na atividade 6	109
Quadro 41 – Observações registradas na atividade 6	109
Quadro 42 – Relato sobre a experiência com atividades experimentais	113
Quadro 43 – Frequência das observações das atividades experimentais	117
Quadro 44 – Frequência das conclusões das atividades experimentais	119
Quadro 45 – Percentual de acertos e erros por questão	121
Quadro 46 – Percentual de acertos e erros por estudante	123
Quadro 47 – Nível da Teoria de Newman	125
Quadro 48 – Análise de acertos parciais e erros por estudante/pós-teste	125
Quadro 49 – Análises individuais de estudantes que erraram no pós-teste	126
Quadro 50 – Conceito de notas	130
Quadro 51 – Notas do pré/pós-teste	130
Quadro 52 – Desempenho do discente	131
Quadro 53 – Valor p das relações de desempenho	133
Quadro 54 – Amostra da experimentação	134
Quadro 55 – Confronto entre a análise a priori e a posteriori	137

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência dos alunos que possuem alguma atividade laboral.....	48
Tabela 2 – Tabulação cruzada entre as práticas de ensino e a compreensão discente	50
Tabela 3 – Tabulação cruzada entre o entendimento da disciplina e o sentimento em avaliações	51
Tabela 4 – Tabulação cruzada das percepções discentes sobre as abordagens didáticas (introdução e fixação) em geometria plana	52
Tabela 5 – Frequência das lembranças de ter estudado área de figuras planas	53
Tabela 6 – Percentual de dificuldades em subtemas de áreas de figuras planas	54
Tabela 7 – Mapeamento dos trabalhos relevantes	59
Tabela 8 – Gosto pela matemática	115
Tabela 9 – Frequência de alunos que estudam fora da escola (Experimentação)	115
Tabela 10 – Motivo de estar na EJA	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Aproximação por retângulos “infinitos”	44
Gráfico 2 – Faixa etária	46
Gráfico 3 – Comparativo de escolaridade dos genitores dos alunos	47
Gráfico 4 – Percentual das recordações dos subtemas de área de figuras planas	55
Gráfico 5 – Percentual do nível cognitivo das questões	64
Gráfico 6 – Percentual do tipo de contexto dos itens analisados	65
Gráfico 7 – Frequência da avaliação da metodologia aplicada segundo os estudantes.....	110
Gráfico 8 – Nível de aprendizagem de área de figuras planas segundo os estudantes	111
Gráfico 9 – Atividade que o estudante teve mais dificuldades	112
Gráfico 10 – Tempo (em min) das atividades experimentais	112
Gráfico 11 – Classificação das observações	118
Gráfico 12 – Classificação das conclusões	120
Gráfico 13 – Média de acertos	122
Gráfico 14 – Evolução de notas do pré-teste para o pós-teste	132
Gráfico 15 – Teste de Hipótese	136

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Registro da institucionalização do estudante/atividade 1	100
Foto 2 – Registro da institucionalização do estudante/atividade 2	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	ENGENHARIA DIDÁTICA.....	19
3	ANÁLISES PRÉVIAS.....	23
3.1	ASPECTOS CURRICULARES DO CONTEÚDO.....	23
3.2	ASPECTOS MATEMÁTICOS.....	24
3.2.1	Unidade de medida de área.....	25
3.2.2	Área do retângulo.....	27
3.2.3	Área do quadrado.....	28
3.2.4	Área do paralelogramo.....	30
3.2.5	Área do triângulo.....	32
3.2.6	Área do trapézio.....	33
3.2.7	Área do losango.....	34
3.2.8	Área de figuras planas irregulares.....	35
3.3	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	37
3.3.1	Civilização egípcia.....	37
3.3.2	Civilização babilônica.....	40
3.3.3	Civilização da Grécia antiga.....	41
3.3.4	Civilização da Grécia clássica.....	43
3.3.5	Cálculo de áreas por meio de decomposições infinitas.....	44
3.4	CONSULTA A EGRESSOS.....	45
3.4.1	Eixo do perfil socioeducacional dos estudantes.....	46
3.4.2	Eixo da percepção do estudante sobre o ensino.....	49
3.4.3	Eixo do conhecimento do estudante sobre área de figuras planas.....	53
3.5	ESTUDOS BIBLIOGRÁFICOS.....	57
3.6	ENSINO DE MATEMÁTICA.....	62
4	CONCEPÇÃO E ANÁLISE A PRIORI.....	68
4.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	68
4.2	OBJETIVOS.....	70
4.3	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	72
4.3.1	Atividade 1: área do retângulo.....	72
4.3.2	Atividade 2: área do quadrado.....	74
4.3.3	Atividade 3: área do paralelogramo.....	76

4.3.4	Atividade 4: área do triângulo.....	78
4.3.5	Atividade 5: área do trapézio.....	80
4.3.6	Atividade 6: área do losango.....	82
4.4	ANÁLISE A PRIORI DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	85
4.5	ANÁLISE A PRIORI DOS ITENS DO PRÉ/PÓS-TESTE.....	85
4.6	ANÁLISE A PRIORI DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	87
4.7	ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO.....	90
5	EXPERIMENTAÇÃO.....	91
5.1	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.....	91
5.2	CRONOGRAMA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	94
5.3	PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	95
5.4	ENCONTROS.....	96
5.4.1	Primeiro encontro.....	97
5.4.2	Segundo encontro.....	97
5.4.3	Terceiro e quarto encontro.....	98
5.4.4	Quinto encontro.....	98
5.4.5	Sexto encontro.....	101
5.4.6	Sétimo encontro.....	103
5.4.7	Oitavo encontro.....	105
5.4.8	Nono encontro.....	107
5.4.9	Décimo encontro.....	108
5.4.10	Décimo primeiro encontro.....	110
5.5	PERCEPÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	110
6	ANÁLISES A POSTERIORI E VALIDAÇÃO.....	115
6.1	PERFIL SOCIOEDUCACIONAL.....	115
6.2	ANÁLISE QUALITATIVA DAS ATIVIDADES.....	116
6.2.1	Análise das observações e conclusões das atividades experimentais.....	117
6.2.2	Análise dos testes de verificação (Pré/Pós-teste).....	120
6.2.3	Categorização e análise dos erros cometidos.....	124
6.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA (VALIDAÇÃO QUANTITATIVA).....	130
6.3.1	Teste exato de Fisher.....	132
6.3.2	Teste de hipótese.....	133
6.4	CONFRONTO ENTRE A ANÁLISE A PRIORI E A POSTERIORI.....	137
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142

REFERÊNCIAS.....	143
ANEXOS.....	149
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO (ANÁLISE A PRIORI).....	149
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO (EXPERIMENTAÇÃO).....	150
ANEXO C – QUESTIONÁRIO SOCIOEDUCACIONAL (ANÁLISE A PRIORI).....	151
ANEXO D – TABELA T STUDENT.....	153
APÊNDICES.....	154
APÊNDICE A – QUADRO DE ASSUNTO DA ANÁLISE A PRIORI.....	154
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOEDUCACIONAL DA EXPERIMENTAÇÃO..	155
APÊNDICE C – TESTE DE VERIFICAÇÃO DA ANÁLISE A PRIORI.....	156
APÊNDICE D – PRÉ-TESTE/PÓS-TESTE DA EXPERIMENTAÇÃO.....	157
APÊNDICE E – DIAGNOSE DA METODOLOGIA (ALUNOS).....	161
APÊNDICE F – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO (RETÂNGULO/ QUADRADO)	162
APÊNDICE G – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO (PARALELOGRAMO).....	163
APÊNDICE H – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO (TRIÂNGULO).....	164
APÊNDICE I – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO (TRAPÉZIO).....	165
APÊNDICE J – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO (LOSANGO).....	166

1 INTRODUÇÃO

A origem da medição de áreas das superfícies remete às práticas sociais vivenciadas no Egito Antigo. Ela foi motivada pela necessidade do homem referente à reorganização das posses de terras após as cheias do Rio Nilo, o que impulsionou a utilização do cálculo de área de figuras planas a um saber científico para diversas áreas.

Tal perspectiva histórica precisa ser lembrada junto ao público da Educação de Jovens e Adultos (EJA), uma vez que o currículo para esta modalidade de ensino deve buscar a integração teórica e prática, conforme prevê a Lei n.º 11.741, de 16 de julho de 2008, que estabelece em seu § 3.º que: “A educação de jovens e adultos deverá articular-se, preferencialmente, com a educação profissional” (Brasil, 2008).

Dentro da realidade desse público, o ensino de áreas de figuras planas é importante para construir um saber que faça sentido em sua trajetória acadêmica e profissional, além de, por sua vez, garantir seus direitos de aprendizagens essenciais que são expostos nas diretrizes da BNCC (Brasil, 2018); todavia, a aprendizagem com significado desse conceito esbarra em obstáculos mapeados por Pacheco (2009), Pacheco e Giraffa (2010), Molon (2011), Valença (2016), Araújo e Silva (2020).

Pela vivência docente no ensino de Matemática para jovens e adultos, nota-se que o conceito de áreas de figuras planas é abstrato no processo de aplicação das fórmulas. Essa falta de entendimento acaba por distanciar o discente do interesse acadêmico. Esse cenário corrobora a visão das diretrizes nacionais ao indicar que certos temas curriculares “são abordados muitas vezes de maneira equivocada, não sendo tratados como objeto de ensino” (Brasil, 1998, p. 76). Diante desse obstáculo, temos a conjectura de que metodologias baseadas no ensino por atividades experimentais possam ser um caminho para uma aprendizagem com significado do conceito de área de figuras planas na EJA.

Esta investigação foi motivada pela necessidade de encontrar metodologias de ensino na matemática que possam contribuir com o aprendizado na 4.ª etapa da EJA e mitigar o sentimento de incapacidade de aprender desse público, pois, de acordo com Pires (2002, p. 67), as consequências deste, “[...] autoconceito que cada pessoa faz de sua 'capacidade matemática' é um dos fatores relevantes do sucesso ou do fracasso de sua aprendizagem”. Dessa forma, para vencer essa percepção negativa, é indispensável uma prática pedagógica que coloque o estudante como centro do processo, superando o ensino baseado apenas na memorização de fórmulas de áreas.

Diante de tais obstáculos, esta investigação levanta o seguinte questionamento: como o

ensino de área de figuras planas, por meio de atividades experimentais, pode contribuir para a aprendizagem de alunos da 4.^a etapa da EJA?

A busca por essa resposta é de suma importância por duas razões. Primeiro, fornece aos educadores da EJA subsídios didáticos que facilitam o ensino de conceitos de área de figuras planas dos quadriláteros (retângulo, quadrado, trapézio, losango) e triângulos. Segundo, favorece o desenvolvimento intelectual dos alunos da 4.^a etapa, permitindo que eles entendam o conceito de áreas de figuras planas e assumam o papel de protagonistas da construção do seu próprio conhecimento matemático.

O objetivo geral deste trabalho é analisar efeitos na aprendizagem por meio de atividades experimentais no ensino de áreas de figuras planas em uma turma da 4.^a etapa da EJA. Estabelecemos como objetivos específicos: diagnosticar as lacunas de aprendizagem nesse conteúdo apresentadas por alunos egressos do Ensino Fundamental; realizar um levantamento bibliográfico sobre as metodologias aplicadas à educação de áreas na EJA; elaborar uma sequência didática fundamentada na experimentação e, por fim, avaliar os impactos dessas atividades em uma turma específica da modalidade EJA.

A pesquisa aqui apresentada foi finalizada por meio de uma triangulação de dados, em que se confrontou a Teoria, a análise do pesquisador e os dados coletados. Como resultado prático, apresenta-se um produto educacional testado, baseado em atividades experimentais, para auxiliar docentes e discentes a minimizar dificuldades do ensino e aprendizagem de área de figuras planas na EJA.

2 ENGENHARIA DIDÁTICA

Este termo “Engenharia Didática” (ED) teve seu início a partir da década de 1980, na França. Trata-se de um método de pesquisa e de ensino que, segundo Carneiro (2005, p. 90), “designa produções para o ensino, derivadas de resultados de pesquisa, e também designa uma específica metodologia de pesquisa baseada em experiências de sala de aula”. Autores importantes para a construção desse método surgiram com a Didática da Matemática no início dos anos 1980. De acordo com Almouloud e Silva (2012, p. 26) a Engenharia Didática surgiu primeiramente em 1982 com Yves Chevallard e Guy Brousseau, depois em 1989, com Michèle Artigue.

É de suma importância aplicar esse método de pesquisa em trabalhos científicos, pois sua sistematização organizada conduz a um diagnóstico para possíveis soluções viáveis. Segundo Pereira et al. (2018, p. 28), “o método científico é um trabalho sistemático; na busca de respostas às questões estudadas, é o caminho que se deve seguir para levar à formulação de uma teoria científica”, servindo, portanto, como um guia estrutural que garante a validade dos resultados obtidos.

Nesse contexto, Artigue¹ (1995, p. 33) faz uma analogia com o trabalho de um engenheiro que, “para realizar um projeto determinado, baseia-se nos conhecimentos científicos do seu domínio e aceita submeter-se a um controle de tipo científico”, ou seja, assume um compromisso teórico que assegura a fidedignidade dos dados. Esta visão vai ao encontro de Pais (2015, p. 108), que a ED “trata-se de uma posição filosófica que embasa a realização da pesquisa por meio de um conjunto de procedimentos, além de considerar seus vínculos com as questões maiores do fenômeno investigado”. No entanto, o método do engenheiro didático é mais complexo, pois tem que lidar com fatores da sala de aula na prática de que a ciência não atinge (Artigue, 1995, p. 34)².

De acordo com Artigue³ (1995, p.38), a ED. Esta metodologia está dividida em quatro etapas: análises prévias, análise a priori, experimentação, análise a posteriori e validação, as quais serão detalhadas sucintamente a seguir.

1ª etapa: Análises prévias.

De acordo com Pais (2015, p. 101), a definição dessa etapa envolve "um certo número

¹ Tradução nossa.

² Tradução nossa.

³ Tradução nossa.

de variáveis de comando do sistema, as quais supostamente interferem na constituição do fenômeno". As análises dessas variáveis subdividem-se em três dimensões: a do saber (dimensão epistemológica), a do desenvolvimento intelectual do aluno (dimensão cognitiva) e a da organização do sistema de ensino (dimensão didática).

Nesta etapa de levantamento de dados e de hipóteses de resolver um problema, a autora Artigue (1995, p. 41)⁴ alerta que as análises devem evitar aprofundamentos teóricos gerais, pois "estes não podem se manifestar nesta fase, a menos que se pretenda falsear a problemática inicial". Tentar forçar grandes conclusões teóricas logo no início do planejamento pode "falsificar" os resultados, visto que o pesquisador corre o risco de ignorar a realidade da sala de aula apenas para responder à hipótese de pesquisa.

O presente estudo propõe uma análise multidimensional do tópico de figuras planas, abrangendo suas vertentes histórica, matemática e normativa. Adicionalmente, examinam-se as barreiras cognitivas e as lacunas de aprendizagem identificadas em egressos do Ensino Fundamental no que tange ao conceito de área de figuras planas, pois, de acordo com Artigue (1995, p. 42), um dos "pontos de apoio essenciais da concepção reside na análise preliminar detalhada das concepções dos alunos, das dificuldades e dos erros mais frequentes".

2ª etapa: Análise a priori.

Nesta fase, fundamentada na etapa inicial de análise preliminar, são planejadas as etapas da construção e previsões da experimentação.

Neste trabalho será delineada uma metodologia de ensino por meio de uma sequência didática (SD) que, de acordo com Zabala (1998, p. 53), define-se como "uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas". Na etapa inicial da construção da SD, escolhe-se o público-alvo, além de serem apresentadas as justificativas das escolhas. Cabe ao investigador antecipar e examinar as possíveis reações e obstáculos enfrentados pelo estudante, enquadrando o estudo nas categorias de microengenharia ou macroengenharia, cujas distinções conceituais são apresentadas adiante.

As pesquisas de microengenharia são aquelas que têm por objeto o estudo de um determinado assunto, elas são localizadas e levam em conta, principalmente, a complexidade dos fenômenos de sala de aula. Por outro lado, as pesquisas de macroengenharia são aquelas que permitem compor a complexidade das pesquisas de microengenharia com a dos fenômenos ligados à duração nas relações ensino/aprendizagem (Berenguer, 2010, p. 11).

⁴ Tradução nossa.

Ao manipular estas variáveis macrodidáticas, o pesquisador articula as escolhas estratégicas da SD de maneira global, como a sequência de tópicos e a previsão do tempo total de intervenção. Ao manipular as variáveis microdidáticas, o docente-pesquisador pode antecipar comportamentos e obstáculos cognitivos dos estudantes. Assim, o controle dessas variáveis durante a análise a priori possibilita um confronto consistente com a análise a posteriori, garantindo a validade científica da engenharia didática proposta.

Nessa etapa de análise a priori, fazem-se previsões das próximas etapas, que são compreendidas em uma parte descritiva e uma preditiva, com as seguintes características:

[...] descrevem-se as escolhas do nível local (relacionando-as, eventualmente, com as escolhas globais) e as características da situação didática que delas decorrem; analisa-se o que poderia estar em jogo nesta situação para um estudante em função das possibilidades de ação, seleção, decisão, controle e validação de que ele dispõe, uma vez posta em prática em um funcionamento quase isolado do professor; preveem-se os campos de comportamentos possíveis e tenta-se demonstrar como a análise realizada permite controlar seu significado e assegurar, em particular, que os comportamentos esperados, caso ocorram, sejam resultado da aplicação do conhecimento visado pela aprendizagem. (Artigue, 1995, p. 45)⁵.

Esse planejamento é essencial para o bom desenvolvimento da etapa da experimentação.

3ª etapa: Experimentação.

Esta fase da investigação caracteriza-se pelo período de maior proximidade entre o pesquisador e os estudantes, ocorrendo a aplicação prática da metodologia de ensino desenvolvida anteriormente. Conforme explicam Almouloud e Coutinho (2008, p. 67), a etapa de experimentação "é o momento de se colocar em funcionamento todo o dispositivo construído, corrigindo-o se necessário". No presente estudo, essa aplicação ocorre por meio da articulação entre as Situações Didáticas (Pais, 2015) e as Atividades Experimentais (Sá, 2019).

A Teoria das Situações Didáticas (TSD), de autoria de Guy Brousseau, fundamenta-se na organização de cenários de aprendizagem baseados na interação entre o professor, o aluno e o saber. Por intermédio do contrato didático, determina-se que "o aluno é responsável pela construção de seu conhecimento, sendo papel do professor apenas mediar o desenvolvimento deste aluno, que está munido de seu conhecimento pré-existente" (Castilho; Figueiredo; Rodrigues, 2020, p. 438). Na presente investigação, a TSD é operada dentro de um *milieu* (meio) constituído por Atividades Experimentais, com o objetivo de "levar o estudante ao encontro com um conhecimento matemático específico após a execução de tarefas, registro de

⁵ Tradução nossa.

resultados, análise e reflexões sobre os resultados obtidos, culminando com a sistematização do conteúdo” (Sá, 2020, p. 155).

Este é o momento em que os estudantes se relacionam diretamente com o processo de aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador, estabelecendo um contrato didático que "diz respeito às regras que regem o funcionamento da educação escolar em seus diversos níveis" (Pais, 2015, p. 14). Nessa abordagem foram aplicadas as quatro etapas das Situações Didáticas: Ação, Formulação, Validação e Institucionalização.

No momento da ação, o aluno interagirá com o meio (slides) voltado a uma matemática visual. Durante a formulação, a professora aplicou atividades experimentais que aguçaram os debates acerca da redescoberta do conceito de área de figuras planas (quadrado, retângulo, paralelogramo, trapézio e losango), articulando a metodologia didática às conclusões das equipes. Na etapa da validação, discentes validaram as duas fases anteriores, defendendo o conhecimento construído por meio das redescobertas. Por fim, na institucionalização, a docente realizou interferências formais para validar as conjecturas levantadas pelos alunos. Neste, o saber construído de forma empírica é consolidado e ganha o status de saber científico.

4ª etapa: Análise a posteriori e validação.

Após a aplicação da SD, serão analisados: o comportamento, a produção dos alunos; a coleta de dados da etapa da experimentação, e, com uma análise mais profunda, será feita a validação interna desses dados coletados.

De acordo com Pais (2015, p. 107), a validação é obtida pelo confronto entre os dados coletados na análise a priori e a posteriori, verificando-se as hipóteses levantadas na análise preliminar. Todo o processo da metodologia de pesquisa da Engenharia Didática deve ser submetido a uma verificação experimental que, por sua vez, deve ser sustentada por uma análise racional (Pais, 2015, p. 104).

Essa etapa é importante tanto por conferir validação científica quanto por dar visibilidade à qualidade da atuação do professor-pesquisador. Durante essa fase, analisa-se o processo integralmente para verificar se houve evolução no aprendizado do aluno frente à metodologia aplicada. Com a intervenção direta do docente, observam-se os saberes construídos na etapa precedente, permitindo validar o método de ensino e constatar se as hipóteses iniciais se confirmam ou se refutam.

3 ANÁLISES PRÉVIAS

3.1 ASPECTOS CURRICULARES DO CONTEÚDO

Um dos eixos estruturantes do currículo de Matemática do Ensino Fundamental, conforme preconiza a Base Nacional Comum Curricular, Grandezas e Medidas, é um dos objetos de conhecimento desta área é "área de figuras planas", que deve ser trabalhado de forma contínua durante todo o Ensino Fundamental. Destacaremos as habilidades dos 8º e 9º anos (Quadro 1), pois o nosso público-alvo deste estudo é a 4ª etapa do ensino fundamental, que se refere ao supletivo desses anos.

Quadro 1– Habilidade sobre área de figuras planas

Ano escolar	Habilidade
8º ano	(EF08MA19) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.
9º ano	(EF09MA16) Determinar o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular, por exemplo, medidas de perímetros e áreas de figuras planas construídas no plano.

Fonte: Brasil (2018).

A BNCC não apresenta diretrizes curriculares específicas para a modalidade de EJA, como afirma Dourado et al. (2021, p. 216), de que “[...] a EJA não apresenta nenhuma diretriz de trabalho para a modalidade, o que representa silenciamento e risco da negação de direito à educação para todos”. Mas a obrigatoriedade de seguir essas diretrizes para a EJA é ressaltada de maneira explícita, segundo o Ministério da Educação (Brasil, 2018), de que esse documento "define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica", de caráter obrigatório.

Essas habilidades são reforçadas neste mesmo documento quando citam que

No Ensino Fundamental – Anos Finais, a expectativa é a de que os alunos reconheçam comprimento, área, volume e abertura de ângulo como grandezas associadas a figuras geométricas e que consigam resolver problemas envolvendo essas grandezas com o uso de unidades de medida padronizadas mais usuais. (Brasil, 2018, p. 273).

Além dessa instrução, o documento esclarece que o estudo da "área de figuras planas" não deve se restringir à simples aplicação de fórmulas matemáticas (Brasil, 2018, p. 272).

Este objeto de estudos assume vasta importância não só para efeitos de garantir direitos da EJA em documentos oficiais, mas também para alcançar objetivos específicos deste conteúdo contido na matriz de referência do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA) sob responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), de que o discente deve "construir e ampliar noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano" (Brasil, 2023), bem como "avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando cálculos de perímetros, área de superfícies planas ou volume de blocos retangulares" (Brasil, 2023).

3.2 ASPECTOS MATEMÁTICOS

No presente tópico, abordam-se os aspectos relativos à área de figuras planas, iniciando-se pela análise etimológica e pelas definições acadêmicas do conceito. Na sequência, apresenta-se uma breve discussão sobre as grandezas de medida, culminando na demonstração das fórmulas de cálculo para as seguintes formas: quadrado, retângulo, paralelogramo, triângulo, losango e trapézio.

Segundo o portal Etimologías de Chile⁶, a gênese do termo "área" deriva do latim *area*, vinculado ao verbo *arere* (estar seco). Em sua acepção primária, o vocábulo designava, no contexto agrícola, um espaço de terreno seco e desprovido de vegetação, destinado à secagem e à trilhagem de cereais. Tal definição evoluiu para a Geometria, que remete à extensão superficial de um local específico, o que converge com o conceito de Quintino e Maccarini (1998, p. 76) de que área da figura plana é "a superfície de qualquer figura plana".

A compreensão do conceito de área em livros didáticos contemporâneos revela diferentes perspectivas teóricas entre os autores. No que diz respeito à quantificação, Giovanni e Parente (2007, p. 116) definem área como o "número de unidades quadradas contidas em sua superfície". Sob uma ótica mais voltada à análise real, Dolce e Pompeo (1993, p. 312) propõem que "uma superfície limitada é um número real positivo associado à superfície".

Dando continuidade a essa visão matemática, Barbosa (1997, p. 120) define que a área total de uma região é dada pela "união de duas ou mais regiões poligonais que, duas a duas, não tenham pontos interiores em comum".

⁶ (s.d., tradução nossa)

3.2.1 Unidade de medida de área

As evidências acerca das unidades de medida remontam a registros ancestrais preservados em papiros; como exemplo, tivemos o Papiro de Rhind, que foi suporte de escrita utilizado pela Civilização Egípcia (Figura 1) e um dos principais documentos históricos remanescentes dessa cultura. Segundo Fossa (2021, p. 34), o manuscrito foi “redigido por volta de 1650 a.E.C. pelo escriba A’hmosè” e apresentava problemas matemáticos “envolvendo unidades de medida, em particular ligadas a cálculos de comprimento, área e volume” (Fossa, 2021, p. 37).

Figura 1 – Papiro Egípcio



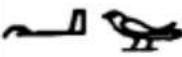
Fonte: Robins e Shute (1987 apud Fossa, 2021, p. 35).

Conforme se observa nos problemas apresentados no papiro, essa sistematização permitia resolver questões complexas da geometria, estabelecendo padronização de unidades de medida de área, devido aos seguintes problemas:

[...] um cúbito era igual ao comprimento do cotovelo até a ponta do dedo médio do faraó. Como as unidades não eram comuns a todos, foram surgindo dificuldades, principalmente nas trocas comerciais. Começou-se então a busca por uma padronização de unidades, o que caracterizou o desenvolvimento da noção de medir. Até hoje ainda utilizamos partes de nosso corpo para medir quando não dispomos de outros instrumentos. No entanto, quando medimos usando unidades não padronizadas (como as partes de nosso corpo), há variações de uma pessoa para outra, o que traz problemas de comunicação. Para que haja concordância, é necessário estabelecer padrões de medida que tenham o mesmo significado para todas as pessoas, ou seja, utilizar uma notação convencional de medidas. (Onaga, 2014, p. 104).

Em busca de uma padronização na escrita matemática, a civilização egípcia estabeleceu diversas unidades de medida registradas no Papiro de Rhind, como exemplificado na Figura 2.

Figura 2 – Medidas Egípcias e equivalências

Forma	Nomenclatura	Medida Egípcia	Sistema Internacional de Medidas
	1 <i>Cubit Real</i> (<i>Royal Cubit</i>)	7 palmas 20,59 polegadas 28 dedos	52,5 cm
	1 <i>Cubit Menor</i> (<i>Short Cubit</i>)	6 palmas 17,74 polegadas 24 dedos	45 cm
	1 <i>Palma</i> (<i>Shep</i>)	1/7 <i>cubits</i> 2,94 polegadas 4 dedos	7,5 cm
	1 <i>Dedo</i> (<i>Téba</i>)	1/4 palma 3/4 polegadas ou 0,735 polegadas	1,875 cm
	Polegar ao indicador (<i>Small Span</i>)	3 palmas 12 dedos	22,5 cm
	Polegar ao dedo Mínimo (<i>Great Span</i>)	3 1/2 palmas 14 dedos	26,25 cm

Fonte: Fossa (2021, p. 40).

Estas unidades de medida buscam “medir o comprimento de um segmento l e verificar quantas vezes uma unidade (um segmento previamente fixado) cabe no segmento” (Pimentel *et al.*, 2022, p. 2). Embora essa lógica possua restrições quando “a unidade é maior que o segmento l”⁷, discussão que não será aprofundada neste momento.

De acordo com Fossa (2021, p. 40), “para medida linear da terra, ou seja, a área, a unidade comum era o khet (100 cubits reais) ou o quadrado do khet denominado de setat (10.000 cubits quadrados)”. Para exemplificar a utilização desses conceitos na linguagem da época egípcia, a Figura 3 traz o problema 49 do Papiro de Rhind, que detalha um procedimento de cálculo de superfície.

Figura 3 – Problema 49 no Papiro de Rhind



Fonte: Fossa (2021, p. 69).

⁷ Ibid. 2022, p. 2

Atualmente, a unidade padrão de área utilizada no Sistema Internacional (SI) adota o metro quadrado (m^2) como medição de superfície. A aplicação de seus múltiplos, para grandes áreas, ou de seus submúltiplos, para dimensões reduzidas, permite a precisão necessária em diversos contextos, conforme sistematizado no Quadro 2.

Quadro 2 – Múltiplos/Submúltiplos

Múltiplos	
Quilômetro quadrado	km^2
Hectômetro quadrado	hm^2
Decâmetro quadrado	dam^2
Submúltiplos	
Decímetro quadrado	dm^2
Centímetro quadrado	cm^2
Milímetro quadrado	mm^2

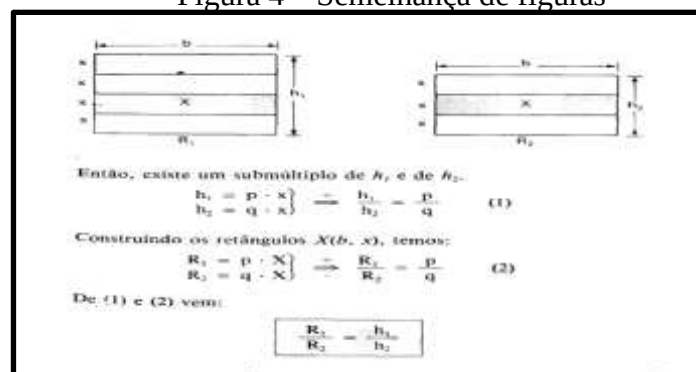
Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de Dante (2015).

Essa transição das medidas antropométricas para um sistema global padronizado, como o SI, reflete o desenvolvimento da matemática como uma linguagem de comunicação exata, eliminando as variações individuais e garantindo a concordância nos processos de medição de qualquer polígono que, nestes estudos, nos limitaremos aos quadriláteros (quadrado, retângulo, losango, paralelogramo, trapézio) e ao triângulo.

3.2.2 Área do retângulo

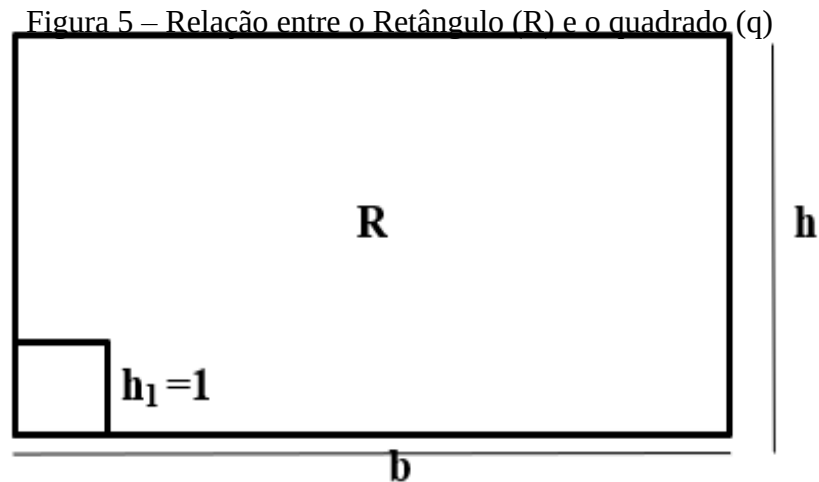
A demonstração matemática da área retangular baseia-se no Teorema de Semelhança de Figuras, o qual estabelece que "a razão entre dois retângulos quaisquer é igual ao produto da razão entre as bases pela razão entre as alturas" (Dolce e Pompeo, 1993, p. 313). A aplicação visual desse teorema pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 – Semelhança de figuras



Fonte: Dolce e Pompeo (1993, p. 314).

Ao aplicar o referido teorema para conferir validade à fórmula da superfície, confirma-se que o cálculo da área retangular (AR) resulta da multiplicação entre a base (b) e a altura (h). Essa estrutura métrica pode ser visualizada na Figura 5 a seguir:



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Aplicando a semelhança de figuras, teremos a seguinte relação de acordo com Dolce e Pompeo (1993, p. 316):

$$\frac{R(b,h)}{Q(1,1)} = \frac{h}{1}$$

$$AR = \frac{R(b,h)}{Q(1,1)} = \frac{b}{1} \cdot \frac{h}{1}$$

$$AR = (\text{medida de } b) \cdot (\text{medida de } h)$$

Que será representada simplesmente por:

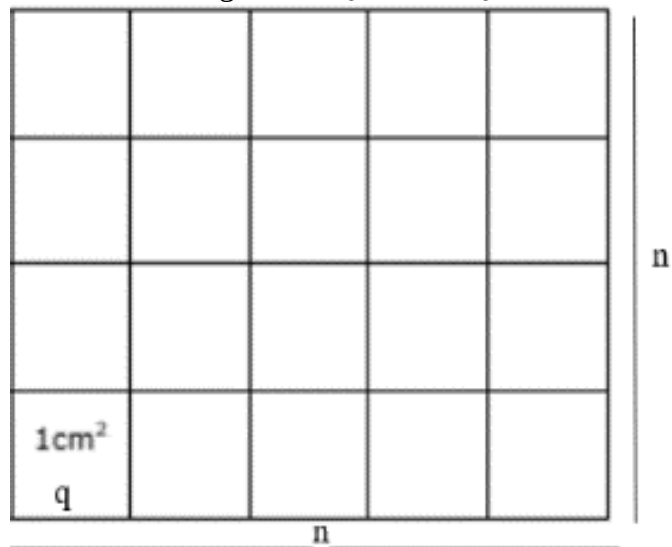
$$AR = b \cdot h$$

Portanto, a área de um retângulo R é sintetizada pela equação $AR=b \times h$.

3.2.3 Área do quadrado

Segundo Dolce e Pompeo (1993, p. 108), "Todo quadrado é retângulo". Nesse sentido, utilizaremos a área do cálculo de um retângulo para provar que a área de um quadrado dado "q" é o menor quadrado da Figura 6, que, segundo Lima (1991, p. 10), "será chamado de quadrado unitário", e o quadrado maior, como 'Q', tem lado. Para medir o número inteiro n , pode ser decomposto, por meio de paralelas aos seus lados, em n^2 quadrados justapostos, cada um deles com lado unitário e, portanto, com área 1. Segue-se que o quadrado Q deve ter área n^2 .

Figura 6 – Quadrado Q



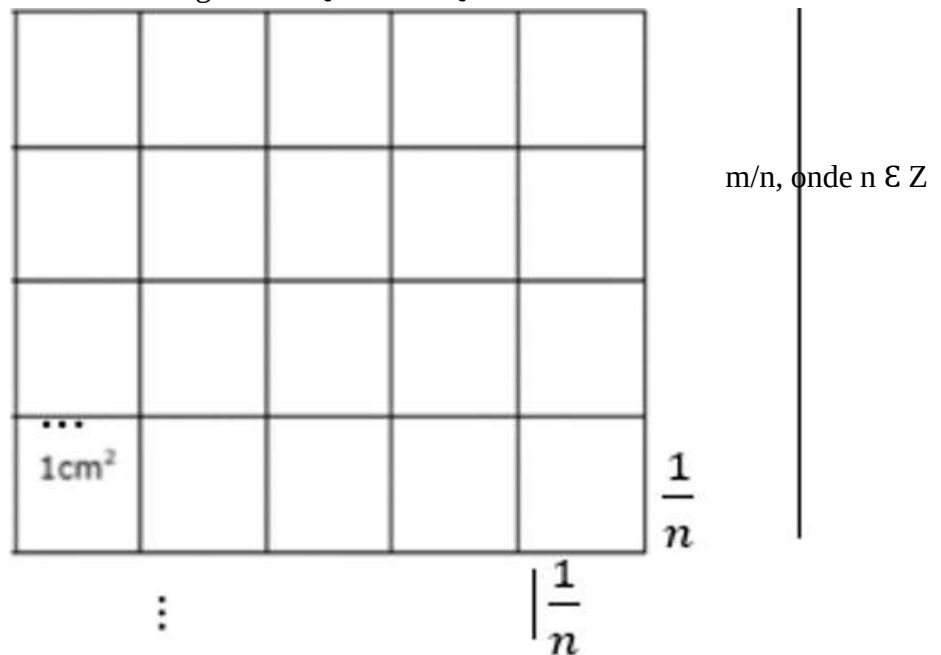
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A seguir, demonstraremos o seguinte axioma:

Dado um quadrado de lado n (Figura 6), a área de um quadrado de lado n é igual a n^2 , ou seja, $AQ = n^2$.

Partindo dessa afirmação, com base bibliográfica de Lima (1991, p. 13, 14), a Figura 7 ilustra um quadrado com m segmentos, tanto na linha quanto na coluna, em que o lado do quadrado maior é igual a a e o lado do menor quadrado é $= 1$, portanto temos que o lado n é igual a m .

Figura 7 – Quadrado Q'



Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Lima (1991).

Chamaremos de “q” o quadrado de lado e de “Q” o quadrado de lado com m segmentos. Partindo da definição, para calcularmos a área do Q, basta verificarmos quantos q há no Q, por meio da multiplicação do i x ii a seguir:

i) Quantidade total de segmentos é dada pela multiplicação das duas dimensões, ou seja, $m \times m = m^2$.

ii) Área do q é igual a $\frac{1}{n} \times \frac{1}{n} = \frac{1}{n^2}$

Portanto i x ii é igual a:

$$m^2 \cdot \frac{1}{n^2} = \frac{m^2}{n^2}$$

2

ou seja, área de Q = $\left(\frac{m}{n}\right)^2$

Concluimos que a área de um quadrado Q de lado n é um número racional $\left(\frac{m}{n}\right)^2$, então $A_Q = n^2$.

Já o lado n do quadrado é um número irracional quando

[...] o conjunto de todos os quadrados Q_R de lado R, em que R é um racional maior que n. Como o quadrado Q_n está contido em cada um dos quadrados Q_R então a área de Q é necessariamente menor que a área de cada um desses quadrados Q_R . [...] a área de Q_R é R^2 . Logo, a área de Q_n é menor que R^2 para qualquer seja o racional R maior que n. Analogamente mostra-se que a área de Q_n é maior que r^2 para qualquer seja o racional r menor que n. Dessa forma, o valor da área de Q_n está sendo espremido entre r^2 e R^2 . Fazendo r e R se aproximarem cada vez mais de n, vemos que a única opção plausível é que área do quadrado Q_n seja igual a n^2 (Adaptado de Pimentel *et al.*, 2022, p.4).

Essa demonstração apresenta, de modo superficial, a área de um quadrado Q de lado n, quando n é um número irracional, por intermédio do método de exaustão.

3.2.4 Área do paralelogramo

A área de um paralelogramo é dada pela multiplicação de sua base b pela sua altura h, ou seja, $A = b \times h$, consequência das propriedades de equivalência entre polígonos expressa na Figura 8:

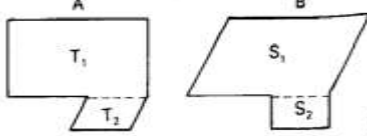
Figura 8 – Propriedades de equivalência entre polígonos

1) Reflexiva: $A \approx A$
 2) Simétrica: $A \approx B \Leftrightarrow B \approx A$
 3) Transitiva: $\left. \begin{array}{l} A \approx B \\ B \approx C \end{array} \right\} \Rightarrow A \approx C$
 4) Uniforme:

“Somos de polígonos dois a dois equivalentes entre si são superfícies equivalentes entre si.”
 Em símbolos:

$$\left(T_1 \approx S_1, A = \sum_{i=1}^n T_i, B = \sum_{i=1}^n S_i \right) \Rightarrow A \approx B$$

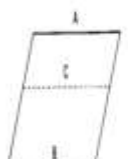
Exemplo

$$\left(\begin{array}{l} T_1 \approx S_1, T_2 \approx S_2 \\ A = T_1 + T_2 \\ B = S_1 + S_2 \end{array} \right) \Rightarrow A \approx B$$


5) Disjuntiva – postulado de De Zolt

“Um polígono, que é soma de dois ou mais outros, não é equivalente a nenhuma das parcelas.”

Exemplo

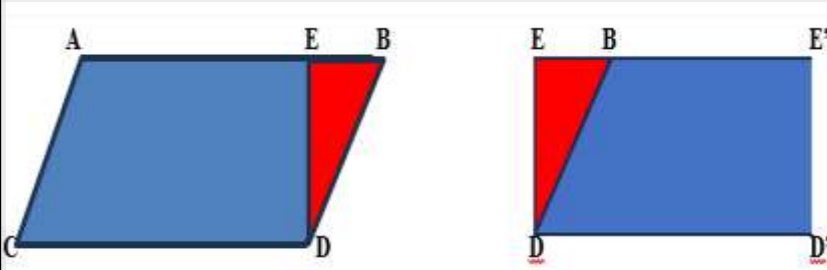


$$A = B + C \Rightarrow A \not\approx B \text{ e } A \not\approx C$$

Fonte: Adaptado de Dolce e Pompeo (1993, p. 302-303).

Esta propriedade fundamenta a semelhança da área do polígono ABCD (Figura 9), em que o segmento ED é perpendicular à reta AB.

Figura 9 – Área do paralelogramo



Área (ABCD) =
 área (AECD) + área (EBD) =
 área (EBD) + área (BE'DD') =
 área (EE'DD') = $b \cdot h$

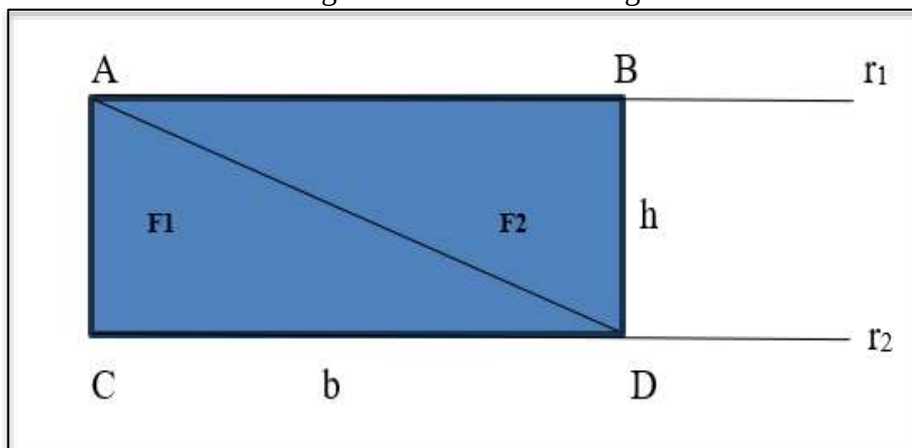
Fonte: Adaptado de Dolce e Pompeo (1993, p. 305).

Observa-se que o triângulo EBD, ao ser transposto para o seu lado esquerdo, forma o quadrilátero EE'DD', comprovando assim a equivalência de áreas de um paralelogramo e um retângulo que constituem uma mesma base e uma mesma altura.

3.2.5 Área do triângulo

A determinação da área de um triângulo é dada pela multiplicação de sua base (b) vezes a sua altura (h) dividida por 2, ou seja, $A = \frac{b \times h}{2}$ e tomaremos como base a demonstração de Barbosa (1997, p. 129), ao traçarmos uma diagonal AD (Figura 10).

Figura 10 – Área do retângulo



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A área do triângulo ABD é congruente à área do triângulo ACD, pois

sejam F_1 e F_2 duas figuras planas contidas na região entre duas retas paralelas r_1 e r_2 . Se toda reta paralela a r_1 e r_2 e que intersecta uma das figuras planas, F_1 ou F_2 , intersectar as duas figuras planas F_1 e F_2 em segmentos de mesmo comprimento, então as áreas de F_1 e F_2 são iguais. (Pimentel et al., 2022, p.11)

Então,

a área do triângulo ABD = área do triângulo ACD

Área do retângulo ABCD = $b \times h$ = área do triângulo ACD + área do triângulo ABD

Área do retângulo ABCD = $b \times h$ = área do triângulo ABD + área do triângulo ABD

Área do retângulo ABCD = $b \times h$ = 2 x área do triângulo ABD

$$\frac{b \times h}{2} = \text{área do triângulo ABD}$$

Essa fórmula é para qualquer triângulo que se conhece base e altura, mas, na antiguidade, segundo Lima (1991, p. 9), “os agrimensores provavelmente utilizavam o método da triangularização do polígono para determinar a área das propriedades rurais. Inicialmente aproximavam os terrenos por polígonos irregulares, que decompunham em triângulos, e possivelmente calculavam essas áreas triangulares pela fórmula de Herão, que descreveremos a seguir:

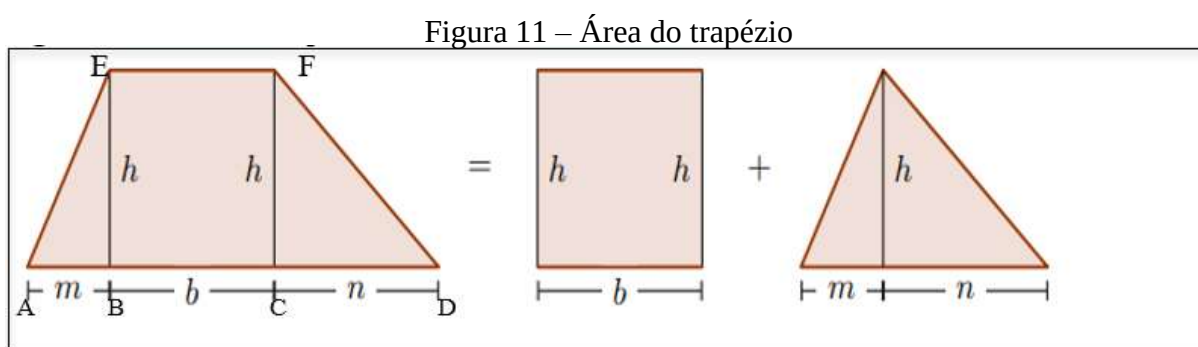
Dados os lados a , b e c de um triângulo ABC , primeiro calcula-se o semiperímetro “ p ”, por meio da fórmula

$$p = (a + b + c)/2 \text{ para aplicar na fórmula do cálculo do triângulo, dada por:}$$

$$\text{Área do triângulo} = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

3.2.6 Área do trapézio

A determinação da área de um trapézio é dada pelo produto da soma de sua base maior com a menor pela sua altura, dividida por 2, ou seja, $\frac{(b+B) \cdot h}{2}$. Tomaremos como base a demonstração da área do trapézio, que pode ser feita por meio da decomposição em dois triângulos. De acordo com Pimentel et al. (2022, p. 15), traçaremos dois segmentos, EB e FC , perpendiculares à reta AD , como mostra a Figura 11.



Fonte: Pimentel et al., (2022).

Ao juntarmos as áreas dos dois triângulos ABE e CFD , mais a área do quadrado, teremos a área total do trapézio, então é a somatória da área do quadrado e do triângulo formado. Logo,

$$\text{área do trapézio} = b \cdot h + \frac{m+n}{2} \cdot h$$

$$\text{área do trapézio} = \frac{2b+m+n}{2} \cdot h$$

$$\text{área do trapézio} = \frac{b+(b+m+n)}{2} \cdot h$$

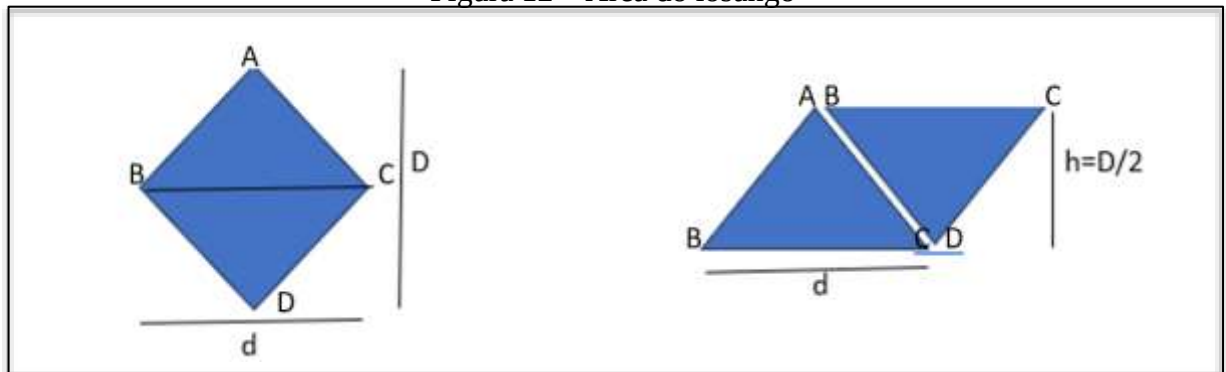
área do trapézio = $\left(\frac{\text{base menor} + \text{base maior}}{2}\right) \times \text{altura}$

$$\text{área do trapézio} = \frac{(b+B) \cdot h}{2}$$

3.2.7 Área do losango

Segundo Dolce e Pompeo (1993, p. 318), "a área de um losango é igual à metade do produto das medidas de suas diagonais". Logo, para esta demonstração, o quadrilátero ABCD, com D (diagonal maior) e d (diagonal menor) e altura da imagem à direita, é igual a $\frac{D}{2}$. O paralelogramo originado é resultado da união dos triângulos ABC E BCD (Figura 12) ao fazermos uma translação do triângulo BCD para cima.

Figura 12 – Área do losango



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

$$\text{Área (ABCD)} = \text{Área (BAC)} + \text{área (BDC)}$$

$$\text{Área (ABCD)} = \frac{b \cdot h}{2} + \frac{b \cdot h}{2}$$

$$\text{Área (ABCD)} = \frac{d \cdot \frac{D}{2}}{2} + \frac{d \cdot \frac{D}{2}}{2}$$

$$\text{Área (ABCD)} = d \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{2} + d \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{Área (ABCD)} = d \cdot \frac{D}{4} + d \cdot \frac{D}{4}$$

$$\text{Área (ABCD)} = \frac{dD}{4} + \frac{dD}{4}$$

$$\text{Área (ABCD)} = 2 \cdot \left(\frac{dD}{4} \right) : \frac{2}{2}$$

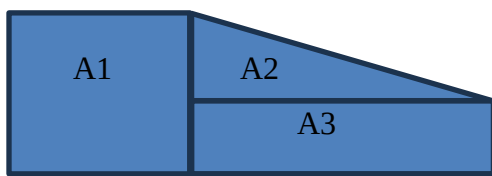
$$\text{Área (ABCD)} = 1 \cdot \frac{dD}{2}$$

$$\text{Área (ABCD)} = \frac{d \cdot D}{2}$$

A demonstração acima mostra que a área de um losango tem área igual $\frac{d \cdot D}{2}$, e podemos observar que é a mesma área de um paralelogramo de base igual a d e altura igual a $\frac{D}{2}$ ao fazermos a translação, como mostra a Figura 12.

3.2.8 Área de figuras planas irregulares

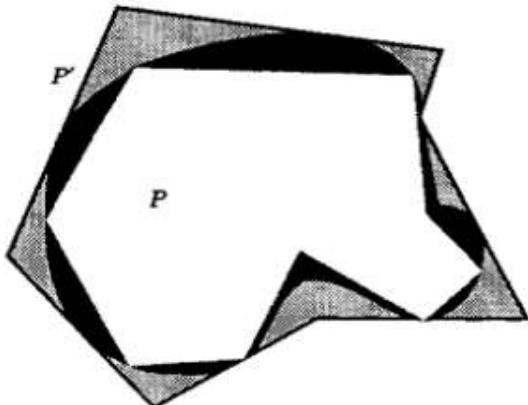
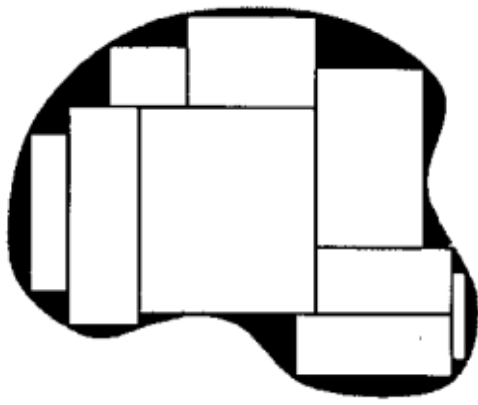
Figuras planas irregulares podem ser decompostas com a somatória das figuras regulares. Como exemplo, temos a imagem a seguir:



Área total da figura = $A1 + A2 + A3$

Em particular, a área de figuras planas F , como: círculos, elipses, ... “deve ser um número real não-negativo, que indicaremos com $a(F)$. Ele ficará bem determinado se conhecermos seus valores aproximados, por falta ou por excesso” (Lima, 1991, p. 22-23), como mostra o Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 – Características de aproximação por excesso/falta

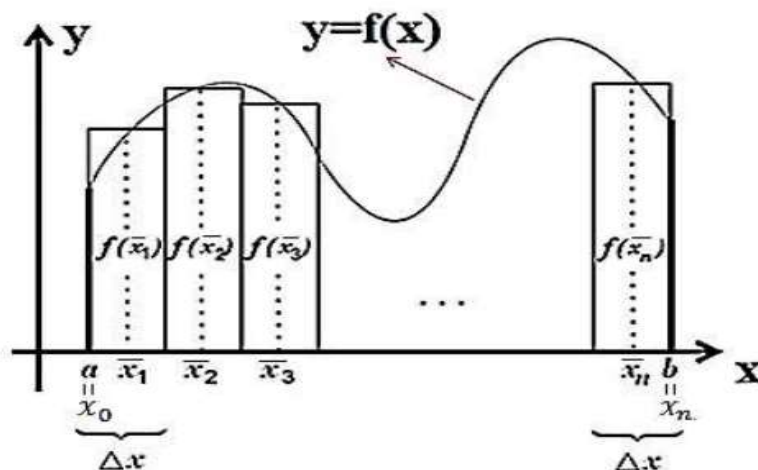
Aproximação por excesso	Aproximação por falta
	
Os valores de $a(F)$ aproximados por excesso são as áreas dos polígonos P' que contêm F. Por conseguinte, quaisquer que sejam os polígonos P (contido em F) e P' (contendo F), o número $a(F)$ satisfaz às desigualdades $a(P) \leq a(F) \leq a(P')$.	Os valores de $a(F)$ aproximados por falta são, por definição são as áreas dos polígonos retangulares que contêm F. Por conseguinte, dado qualquer número $b < a(F)$, existe um polígono retangular P, contido em F, tal que $b < a(P) \leq a(F)$.

Fonte: Adaptado de Lima (1991, p. 22-23) pelos autores.

Partindo da aproximação por falta

[...] todo polígono retangular P , contido em F , é transformado pela semelhança σ num polígono retangular P' , contido em F' , tal que a área de P' é igual a r^2 vezes a área de P . E vice-versa, todo polígono retangular Q' , contido em F' , é transformado por σ^{-1} num polígono retangular Q cuja área é $(1/r)^2$ vezes a área de Q' , logo a área de Q' é r^2 vezes a área de Q . Assim, a área de F' é o número real cujas aproximações por falta são r^2 vezes as aproximações por falta da área de F . Desta maneira, temos: área de $F' = r^2 \times (\text{área de } F)$. (Lima, 1991, p22, p23).

Nesse mesmo contexto, para Araújo e Silva (2025, p. 103-104), calcular essas regiões irregulares "é aproximá-la pela soma de áreas de n retângulos que a compõe, de bases $\Delta x = (b-a)/n$ e alturas $f(\bar{x}_i)$, onde $\bar{x}_i$ pertence a cada subintervalo $[x_{i-1}, x_i]$, com $i=1,2,3,\dots, n$ e os extremos do intervalo $[a, b]$ sendo representados por $a = x_0$ e $b = x_n$ " representadas graficamente e pela fórmula $S_n(f)$ que é conhecida a "Soma de Riemann" a seguir.



$$S_n(f) = f(\bar{x}_1) \cdot \Delta x + f(\bar{x}_2) \cdot \Delta x + \dots + f(\bar{x}_n) \cdot \Delta x = \sum_{i=1}^n f(\bar{x}_i) \cdot \Delta x$$

Mas o cálculo da área exata será o limite determinado por:

$$A = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \cdot \Delta x$$

E, segundo Araújo e Silva (2025, p. 104), está ligada à integral:

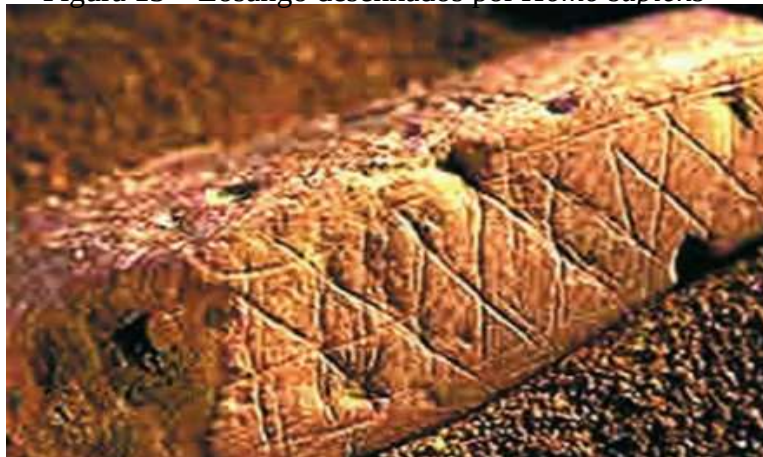
$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \cdot \Delta x$$

O aprofundamento deste estudo encontra-se nas regras conhecidas como: Regra do Ponto Médio e Regra dos Trapézios, que se encontram na literatura de Araújo e Silva (2025, p. 105-106).

3.3 ASPECTOS HISTÓRICOS

Há 77 mil anos, o ser humano já utilizava uma linguagem geométrica, conforme demonstram as gravuras encontradas em uma caverna na África do Sul (Figura 13). Essa descoberta foi relatada pela Folha de S. Paulo (2002, apud Dante, 2015, p. 300).

Figura 13 – Losango desenhados por *Homo sapiens*



Fonte: Science Magazine (arquivo da editora, apud Dante, 2015, p.300).

Temos a conjectura de que essa figura tenha sido criada sem precisão, mas elas revelam os primeiros passos da nossa compreensão sobre figuras planas. O que começou como uma simples percepção de padrões na pré-história ganhou utilidade nas civilizações antigas, quando se tornou preciso calcular extensões de superfícies. Esse conhecimento foi sendo refinado ao longo dos séculos, passando pelo rigor dos matemáticos gregos até chegar às técnicas de decomposição que permitem medir áreas complexas hoje em dia.

3.3.1 Civilização egípcia

Daremos início a uma breve formação territorial do Egito Antigo, que teve origem na:

[...] civilização egípcia se desenvolveu no fértil vale do rio Nilo, no território que hoje corresponde ao Egito. Apesar de elementos civilizatórios estarem ali presentes desde o início do quarto milênio antes de Cristo, marcamos o seu início em 3150 a.C., quando ocorreu a unificação do baixo e do alto Egito com o primeiro faraó, iniciando

o chamado período dinástico. A civilização egípcia passou pelo seu auge de prosperidade e poder entre os séculos XVI e IX a.C., entrando em seguida em um período de progressiva decadência, que culminou com a conquista do Egito por Alexandre, o Grande, em 332 a.C. Um de seus generais, Ptolemeu Soter, se estabeleceu como governante, iniciando a chamada dinastia Ptolemaica que, a partir de Alexandria, governou o Egito até 30 a.C., ano em que a região passou a ser uma província romana (Mol, 2013, p.20).

O rio mencionado acima, visto na ilustração da Figura 14, é uma dádiva para os egípcios antigos, servindo de fonte essencial para a agricultura devido a um fertilizante natural que havia nas margens desse rio.

Figura 14 – Rio Nilo



Fonte: Toda Matéria (2026).

Esta distribuição de sedimentos fluviais, embora propiciasse a fertilização do solo, resultava em desafios geomorfológicos e agronômicos de que

[...] no período da seca, quando o Nilo volta ao seu leito, esses terrenos são devolvidos aos seus proprietários nas condições ideais para o plantio. Cabia então aos agrimensores (aqueles que medem as terras) tanto determinar de novo os limites das “áreas”, para que fossem devolvidas aos legítimos donos, como medir sua extensão, para que os impostos devidos fossem recolhidos. (Pimentel *et al.*, 2022, p. 1).

Evidências das resoluções dos problemas acima mencionados foram encontradas em papiros que se referem a tiras finas da:

[...] parte interna do caule da planta de mesmo nome, planta esta abundante no vale do rio Nilo. Essas tiras eram sobrepostas e cruzadas, para em seguida serem prensadas, formando folhas que, coladas a outras folhas, formavam uma longa fita que depois era

disposta em um rolo. Os papiros eram grafados por escribas em escrita hierática, uma simplificação da escrita hieroglífica mais adequada à escrita corrente. Ambas eram compostas de símbolos, porém a escrita hieroglífica tinha caráter pictórico e era mais usada em monumentos. (Mol, 2013, p.21)

Como exemplo desses papiros, temos o Papiro de Rhind, “adquirido pelo egiptólogo escocês Alexander Rhind em 1858 e datado de cerca de 1650 a.C. Com mais de 5 m de comprimento e 33 cm de largura” (Mol, 2013, p. 21), que documentam problemas de área de figuras que dizem respeito ao conhecimento matemático e

os egípcios criaram fórmulas destinadas a dar aos agrimensores e aos fiscais de obras modos apropriados de cálculo da superfície do retângulo, e, possivelmente, do triângulo. Obtinham também, com boa aproximação, a superfície do círculo. Tratava-se, porém, de uma geometria essencialmente prática. (Rogeri, 2006, p. 82).

Conforme se observa na referida citação, determinados profissionais desempenhavam papéis fundamentais na precisão das remarcações. Segundo Pimentel *et al.* (2022, p. 1), tratava-se dos fiscais de obras e dos agrimensores, responsáveis por determinar os novos limites dos terrenos que já eram determinados anteriormente antes da enchente. Tais ações visavam garantir tanto a devolução das terras aos proprietários de direito quanto a correta tributação.

Os conhecimentos dessa civilização iam além dos cálculos dos quadriláteros e triângulos, pois, de acordo com Warsi *et al.* (2020), os egípcios antigos já efetuavam o cálculo da área do círculo por meio de uma fórmula análoga à atual (πr^2), embora com uma sutil divergência no valor atribuído ao π — constante que hoje definimos como aproximadamente 3,14 (Warsi *et al.*, 2020, p. 64).

A seguir, apresentaremos os cálculos relativos ao problema 50, escrito pelos escribas no Papiro de Rhind, que indaga qual é a área de um círculo de diâmetro 9 (Pimentel *et al.*, 2022, p. 10). Tais procedimentos foram adaptados por Warsi *et al.* (2020, p. 33) para a notação algébrica, uma vez que os escribas não utilizavam tal linguagem na época. De acordo com Pimentel *et al.* (2022, p. 10), esses profissionais registravam suas orientações para o cálculo de áreas e volumes sob a forma de situações-problema.

$$A = \left(\frac{8}{9} \times 2r \right)$$

$$A = \frac{64}{81} \times 4 r^2$$

$$A = \frac{256}{81} r^2$$

Fazendo uma comparação com a fórmula para o cálculo da área do círculo πr^2 , a fração $\frac{256}{81}$ seria o valor do π com aproximação de 3,16, com 0,6% maior que o valor atual.

Outro exemplo deixado como evidência de cálculos de área nesse Papiro de Rhind é o problema 51 que desenvolve o cálculo de área de um triângulo isósceles que de acordo com Mol (2013, p. 23) a área de um triângulo é encontrada pela divisão de um retângulo em dois triângulos congruentes pela justificativa “de que o triângulo isóscele pode ser pensado como dois triângulos retos que, ao serem justapostos, formam um retângulo”.

Como podemos observar os egípcios deixaram várias contribuições para os estudos de outras civilizações e que deram base para a evolução de outros Teoremas.

3.3.2 Civilização Babilônica

A antiga Babilônia, um dos polos urbanos de maior relevância na Mesopotâmia, constitui uma fonte relevante de vestígios para o entendimento da geometria.

Conforme observa Mol (2013, p. 19), “os babilônicos conheciam a área do retângulo, do triângulo retângulo e do trapézio”. Uma evidência notável dessa competência técnica é o tablete de argila YBC 7290, ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – YBC 7290



Fonte: Roque, Pitombeira (2012, p. 40).

Este problema evidencia uma questão de área de um trapézio reto de que segundo Roque, Pitombeira (2012, p. 39) "sua base maior e um dos lados são iguais a 2,20 (no sistema

sexagesimal), e que a base menor é igual a 2". Os cálculos dos escribas se diferenciam do nosso, como podemos ver na demonstração a seguir:

Dado que A = área e S = comprimento

$$S = 2 \pi r, \text{ então } r = \frac{S}{2\pi}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \cdot \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{S}{2\pi}$$

$$A = \frac{S^2}{4\pi} \quad \text{Se } \pi = 3 \text{ então } A = \frac{1}{12} S^2$$

Como podemos observar, muitas descobertas já foram feitas até os dias atuais em relação ao cálculo de um círculo, porém não podemos deixar de enfatizar a relevância das descobertas babilônicas nos estudos da geometria.

3.3.3 Civilização da Grécia antiga

Neste tópico tomaremos como base os estudos de (Mol, 2013). A Grécia antiga, cerca de (600 a.C. - 300 d.C.), sofreu uma mudança em relação às descobertas egípcia e mesopotâmica.

Ela deixou de ser uma coleção de resultados empíricos e passou a ter o formato de uma ciência organizada, de maneira sistemática e por elementos racionais. A matemática, tanto na Mesopotâmia quanto no Egito, tinha caráter concreto e prático. Na Grécia, ela passou a ser essencialmente abstrata, com uma certa independência em relação às aplicações práticas (Mol, 2013, p.29).

Esse novo olhar para um estudo sistêmico foi evidenciado por demonstrações feitas por alguns filósofos gregos no período helênico, que tiveram importantes contribuições para a evolução da Geometria. De acordo com Oliveira (2024, p. 30), podemos dar destaque aos filósofos “Tales de Mileto (c. 624-546 a.C.), Pitágoras (c. 570-495 a.C.), Parmênides (séc. V a.C.), Zenon de Eleia (c. 490-430 a.C.), Platão (c. 427-347 a.C.), Eudoxo de Cnidos (c. 408-355 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.)”

Alguns desses filósofos criaram escolas que tinham filosofia própria, que modificaram ou alteraram alguns direcionamentos já enraizados da matemática, conforme o Quadro 4. Citaremos apenas, como exemplo, três destes.

Quadro 4 – Filósofos Grécia antiga

Filósofo	Escola	Feito
Tales	Iônica	Uniu o estudo da astronomia ao da geometria e da teoria dos números
Pitágoras	Pitagórica	Os números eram como elementos básicos e vistos como entidades místicas e objeto de devoção.
Parmênides	Eleia	Fez uma distinção rigorosa entre o sensível e o inteligível, estimulando o confronto entre a experiência e a razão.

Fonte: Adaptado de Mol (2013, p. 32-35).

Tales foi o primeiro filósofo grego, nascido na cidade de Mileto, considerado o criador da geometria dedutiva, pois as civilizações pré-helênicas viam a geometria com um caráter prático, sem se importar com a estrutura intelectual ou com os princípios filosóficos de Tales, e, de acordo com Mol (2013, p. 32) “A tradição clássica atribui a Tales de Mileto a primeira ação no sentido de organizar a geometria como estudo abstrato e dedutivo.”

Pitágoras, nascido na Ilha de Samos, foi considerado o pai da Geometria Grega, que considerava o número 10 como o número do Universo. Inclusive, o símbolo esotérico de sua seita era chamado de Tétraktys, que corresponde ao número triangular 10. Essa importância se dava pelo fato do número 10:

[...]ser a soma das dimensões geométricas: um ponto, que é o gerador de todas as dimensões; dois pontos, que determinam uma reta de dimensão um; três pontos não alinhados, que determinam um triângulo de dimensão dois; e, por fim, quatro pontos não contidos em um plano, que determinam um tetraedro de dimensão três. (Mol 2013, p. 33)

Parmênides, nascido na cidade de Eleia, confrontou “à concepção numérica do universo defendida pelos pitagóricos que, ao associar números inteiros aos objetos físicos, discretizava o universo” (Mol, 2013, p. 35). Os Eleitas descobriram as

grandezas incomensuráveis revelou a existência de grandezas contínuas, de natureza geométrica, como comprimentos, áreas e volumes, que não podiam ser concebidos como coleções discretas de unidades. Os eleatas tentaram incorporar tais grandezas ao universo matemático ao considerá-las como compostas por uma coleção infinita de objetos muito pequenos. (Mol, 2013, p. 35).

Tais descobertas foram propedêuticas nos estudos da teoria do cálculo diferencial e integral.

3.3.4 Civilização da Grécia Clássica

No período da Grécia Clássica, o desenvolvimento da geometria plana foi impulsionado por diversos matemáticos, com destaque especial para Euclides e Arquimedes, cujas produções exerceram influência perene no pensamento geométrico. Euclides sistematizou o conhecimento da época de forma axiomática em seu tratado “Os Elementos”, que se tornou o alicerce das demonstrações geométricas. Por sua vez, Arquimedes, precursor do cálculo integral, desenvolveu o método da exaustão, que permitia determinar com precisão a área de figuras curvas, como o círculo e segmentos de parábola, por intermédio de aproximações sucessivas.

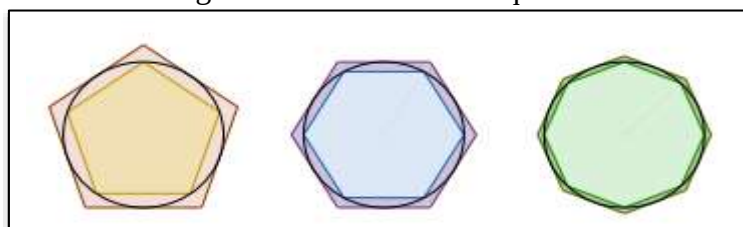
O trabalho “Os Elementos”, de Euclides, foi um marco dessa civilização por volta de 300 a.C. Segundo Mol (2013, p. 43), o tratado apresenta uma estrutura lógica fundamentada em “noções básicas — definições, axiomas e postulados admitidos sem demonstração — e clara nas demonstrações de proposições mais complexas a partir das mais simples”. O tratado é composto por 13 livros que abrangem diferentes campos matemáticos; entre eles, os livros de I a IV dedicam-se à geometria plana, foco deste estudo, embora sob uma perspectiva distinta da contemporânea. Nesses capítulos, conforme Mol (2013, p. 50) Euclides apresenta soluções quadráticas fundamentadas em áreas de quadrados e retângulos. Complementarmente, Roque e Pitombeira (2012, p. 73) afirmam que “Os Elementos” contêm resultados sobre equivalência de áreas, de modo que “dadas duas regiões planas S_1 e S_2 , elas são transformadas em quadrados equivalentes Q_1 e Q_2 , respectivamente. É, então, fácil saber se as áreas dessas regiões são iguais, ou qual é a que tem menor área”.

Esse processo de equivalência, denominado “fazer a quadratura” da região, conforme discutido por Roque e Pitombeira (2012), significa construir um quadrado cuja área seja equivalente à da figura original. O método da exaustão foi aplicado em problemas de quadratura de figuras delimitadas por linhas curvas, as quais não são restritas a poligonais fechadas (Mol, 2013, p. 108).

Arquimedes, cujo nascimento é situado por Mol (2013) por volta de 280 a.C. (início do século III a.C.), deu continuidade aos estudos euclidianos ao propor soluções para o cálculo de áreas não lineares. Sua principal contribuição técnica foi o método da exaustão, que, por meio da inscrição e circunscrição de polígonos de múltiplos lados, permitia delimitar a área de um círculo (Pimentel *et al.*, 2022). Mol (2013, p. 108) observa, ainda, que o autor abordou “um problema de comparação da área determinada por uma parábola e por um segmento de reta com a área de um triângulo tendo este segmento de reta como base”. Outros métodos foram

elaborados, a exemplo do procedimento de Arquimedes, iniciado com hexágonos regulares, conforme ilustrado na Figura 16:

Figura 16 – Método de Arquimedes



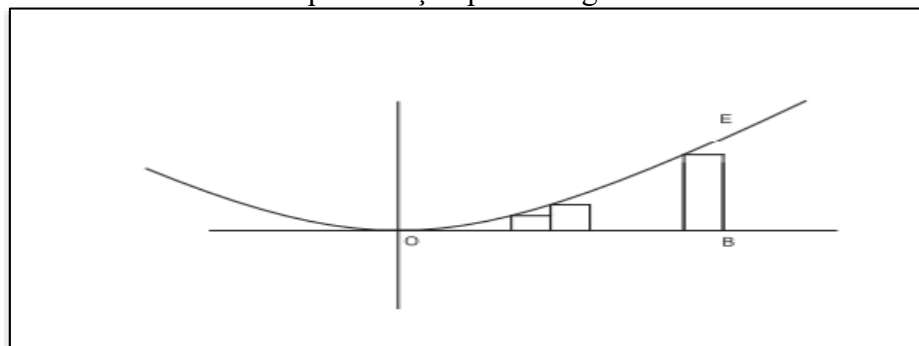
Fonte: Pimentel *et al.* (2022, p. 5).

Segundo Mol (2013), os gregos utilizavam as aplicações parabólica, elíptica e hiperbólica para lidar com superfícies. Esses métodos foram fundamentais para calcular áreas delimitadas por linhas curvas, servindo como um passo inicial para o que viria a ser o cálculo integral séculos mais tarde.

3.3.5 Cálculo de áreas por meio de decomposições infinitas

A fonte histórica que iremos retratar está de acordo com Mol (2013). Por volta do século XVII, em meio a continuidades e mudanças de métodos importantes, matemáticos se destacaram nessa época, como Cavaliere, que definiu o cálculo de área de uma figura como “a soma de um número indefinido de segmentos de reta paralelos” (Mol, 2013, p. 213). Já “Fermat, Roberval e Pascal utilizam o método dos indivisíveis, concebendo, entretanto, a área como uma soma de retângulos infinitamente pequenos, em vez de uma soma de linhas” (Mol, 2013, p. 213). De acordo com Mol (2013, p. 214), “a vantagem é que a aproximação por retângulos ‘infinitamente’ finos serve para qualquer figura curvilínea”, como mostra o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 – Aproximação por retângulos “infinitos”



Fonte: Mol (2013, p. 214).

De acordo com o mesmo autor citado acima,

O número de retângulos cresce arbitrariamente, ou, como dizemos hoje, tende para o infinito. Toma-se o limite da soma quando n tende para o infinito, embora este procedimento de passar ao limite não fosse explicitado, nem considerado rigoroso, nesta época. Além disso, o resultado do cálculo da área é uma expressão analítica, e não outra área. (Mol, 2013, p. 215)

Nota-se que essa lógica infinitesimal foi igualmente explorada por Newton por volta de 1660, conforme aponta a historiografia matemática apresentada pelo autor.

Concluimos que a necessidade prática de medir terras impulsionou as primeiras civilizações egípcias e mesopotâmicas a desenvolver métodos empíricos para o cálculo de áreas. Os gregos transformaram isso em uma ciência gradativa de evolução até a descoberta do método de exaustão, que impulsionou o avanço do cálculo de área por meio da integral, fornecendo assim uma ferramenta definitiva para calcular áreas de qualquer figura.

3.4 CONSULTA A EGRESSOS

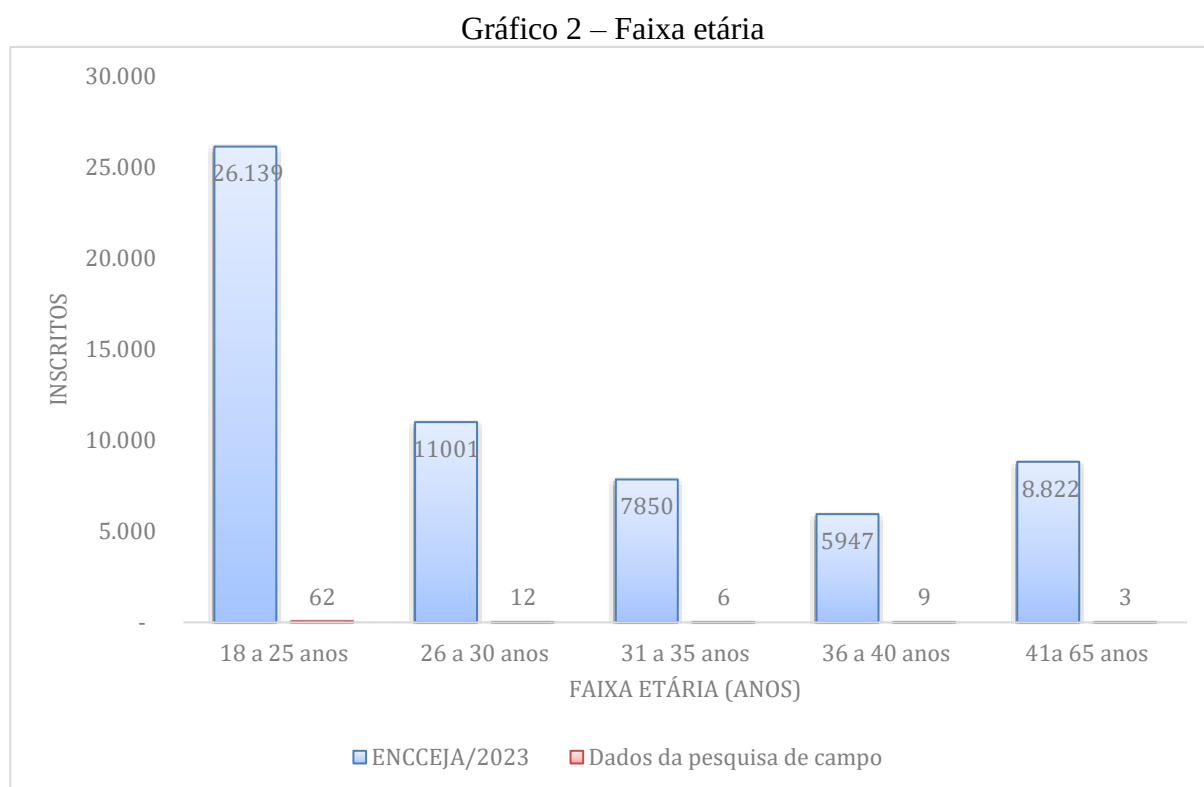
Visando diagnosticar a aprendizagem sobre o cálculo de superfícies planas de quadriláteros e triângulos, a investigação em campo envolveu cinco unidades escolares públicas da capital paraense ao longo de 2024. O público observado contou com 92 estudantes da primeira etapa do Ensino Médio (EJA) que aceitaram participar da pesquisa assinando um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A), abrangendo um público diversificado com idades que variavam de 18 a 64 anos. As técnicas utilizadas para coleta de dados foram por meio de questionários socioeducacionais (Anexo C) e testes de sondagem de conhecimento sobre área de figuras planas (Apêndice C). O conjunto de ferramentas incluiu um formulário de múltipla escolha com 23 itens e uma prova de conhecimentos contendo 10 questões.

O processamento desses dados derivou de um artigo científico publicado nos anais do seminário de cognição e educação matemática da UEPA/2024, acessível pelo link <https://www.even3.com.br/anais/scem2024/959826-diagnostico-do-ensino-de-area-de-figuras-planas-na-eja>. Nesta seção, exibem-se os dados e resultados da investigação, organizados em três dimensões: o perfil socioeducacional dos estudantes, percepção do estudante sobre metodologias de ensino e avaliação, e o conhecimento do estudante sobre área de figuras planas.

3.4.1 Eixo do perfil socioeducacional dos estudantes

O grupo investigado contou com 43 integrantes do gênero feminino, 37 do masculino e 2 de outras categorias. Tal hegemonia de mulheres é ratificada por Brasil (2023), ao observar que "mesmo com os obstáculos na trajetória pela igualdade de oportunidades, seja durante a formação escolar, em níveis superiores ou no mercado de trabalho, as mulheres são predominantes em diversos âmbitos da educação brasileira".

O Gráfico 2 apresenta uma análise comparativa entre a faixa etária dos alunos pesquisados e o perfil dos inscritos no ENCCEJA 2023.

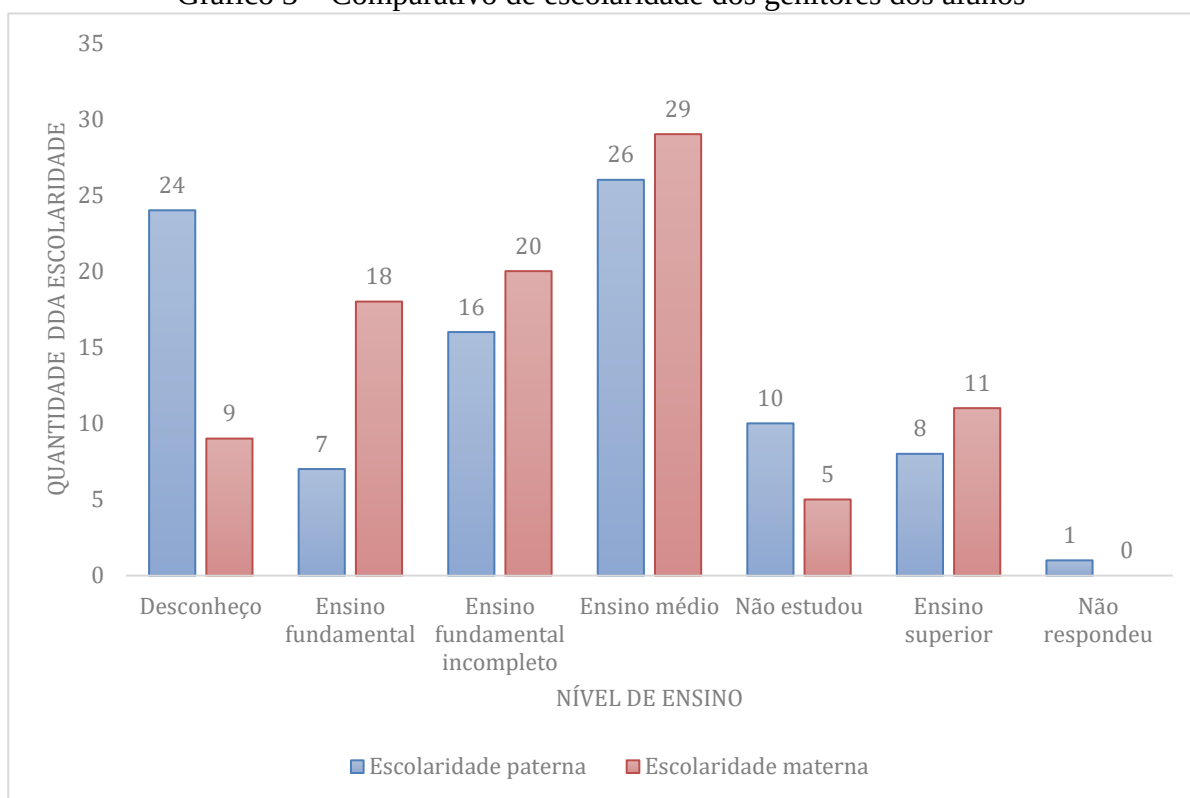


Fonte: Dados do perfil dos estudantes (2024), ENCCEJA (2023).

Esses dados corroboram com Silva e Laffin (2024, p. 9) de que "a busca da modalidade EJA por pessoas cada vez mais jovens é denominada juvenilização e que tem sido cada vez mais frequente". Esse fenômeno constitui um elemento central para compreender as motivações por trás desse regresso célere ao ambiente escolar.

Em relação à escolaridade dos genitores dos alunos observados, nota-se que o nível de ensino dos seus pais corresponde, em sua maior parte, ao ensino médio, conforme sistematizado na distribuição do Gráfico 3.

Gráfico 3 – Comparativo de escolaridade dos genitores dos alunos



Fonte: Elaborado pela autora (2024) com base nos dados da pesquisa de campo (2024).

Dos 92 estudantes observados, notamos que 34 pais e 40 mães possuem formação de nível médio ou superior. Dados que podem trazer reflexos negativos, tendo em vista que a maioria dos genitores não conseguirá auxiliar os seus filhos, pois a escolarização de mais de 50% dos pais é mais baixa ou igual a de seus filhos.

As diretrizes apresentadas convergem com os achados relativos à motivação escolar dos discentes. Enquanto 55,4% dos participantes relataram ter interesse em estudar, 34,8% demonstram-na ocasionalmente e 6,5% declararam-se desinteressados. No que tange à matemática, 59,8% dos alunos afirmaram gostar apenas um pouco da disciplina de matemática, 13% a adoram, 15,2% não gostam e 4,3% apenas a suportam.

A investigação evidenciou obstáculos na organização da rotina acadêmica, visto que 31,5% estudam apenas no período de provas, 21,7% somente nos finais de semana, 19,6% não estudam fora da escola, 15,2% apenas na véspera das provas. Ademais, constatou-se que 64,6% dos sujeitos interromperam o percurso formativo ou sofreram reprovações, exigindo assim um planejamento de estudo para lembrar os assuntos prévios que foram esquecidos pelo tempo e servirão de base para outros assuntos. De acordo com a Proposta Curricular para a EJA:

É preciso aprender sempre[...] e que o trabalhador terá de ser polivalente (cuidando de sua capacidade de aprender muito mais do que de preservar especializações). Tal concepção pode possibilitar à EJA uma perspectiva mais interessante, que é a de educação permanente, e não a mera recuperação do tempo perdido (Brasil, 2002, p. 86).

A falta de planejamento de estudo é um dos fatores que impactam diretamente na dificuldade de aprendizado. Nessa abordagem, a importância da família na recuperação da aprendizagem é fundamental para o resgate dos conhecimentos esquecidos. Segundo Junges (2017, p. 11), a "participação parental nos assuntos relacionados à escola foi considerada pelas mães um item importante para o desempenho escolar de seus filhos", pois 69,9% dos alunos responderam não ter ajuda de ninguém nas tarefas de casa.

Observa-se nesse público a dificuldade de integrar os conhecimentos matemáticos escolares às suas vivências cotidianas. Embora 60,9% dos discentes indiquem relacionar os temas, apenas 40,2% dos estudantes responderam entender sempre ou quase sempre as explicações do professor, e os demais estudantes relataram entender às vezes, poucas vezes, não lembram ou se abstiveram. É essencial levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, tendo em vista que 72,8% dos estudantes exercem alguma atividade laboral, como mostra a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Frequência dos alunos que possuem alguma atividade laboral

Atividade laboral	
Não possui	27,20%
Dona de casa	17,40%
Possui	55,40%

Fonte: Elaborado pela autora (2025), pesquisa de campo (2024).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do 4º ciclo do ensino fundamental, "[...] é preciso que a aprendizagem da Matemática esteja ancorada em contextos sociais que mostrem claramente as relações existentes entre conhecimento matemático e trabalho" (Brasil, 1998, p. 79) e, de acordo com Guimarães Junior *et al.* (2022, p. 7), "é necessário que a educação e seus autores acompanhem as mudanças comportamentais e do aprendizado dos alunos", assegurando que o ensino permaneça atualizado diante das transformações de trabalho.

3.4.2 Eixo da percepção do estudante sobre o ensino

Para resultados da percepção do estudante sobre o ensino e avaliação, utilizamos o programa Jamovi para a execução de testes estatísticos que analisam associações significativas entre as seguintes relações:

- O entendimento das aulas de matemática e as formas de atividades pedagógicas predominantes.
- O entendimento das explicações do professor e o sentimento diante de uma avaliação.
- As estratégias de introdução de conteúdo e os métodos de prática pedagógica no ensino de áreas de figuras planas.

Nessas relações, aplicamos o teste Qui-quadrado em uma amostra de 92 alunos e o teste Exato de Fisher em uma amostra de 54 estudantes. Para estes testes, primeiro determinamos as seguintes hipóteses:

Hipótese nula (H_0): não há associação entre as duas variáveis categóricas na população.

Hipótese alternativa (H_1): há associação entre as duas variáveis categóricas na população.

Adotaremos esse teste em uma amostra do tipo de Independência (ou Associação) com o nível de significância α (alfa) de 5%, ou seja, que o tipo de erro é 5% para rejeitar a hipótese que é verdadeira. E, para a tomada de decisão, faremos uma comparação com o p-valor determinado pelo teste estatístico, que se refere à probabilidade de observar os resultados, assumindo que a hipótese nula seja verdadeira, com as seguintes afirmações:

Se $p < \alpha$, rejeitará H_0 e aceitará H_1 , portanto pressupõe que há associação significativa.

Se $p \geq \alpha$, aceitará H_0 e rejeitará H_1 , portanto pressupõe que não há associação significativa.

- Relação entre o entendimento das aulas de matemática e as formas de atividades pedagógicas predominantes.

Na Tabela 2, apresenta-se o cruzamento de variáveis entre os tipos de atividades (provas, projetos, seminários etc.) e a frequência de entendimento do conteúdo de matemática. Para essa análise, utilizou-se o teste estatístico Qui-Quadrado (X^2) em uma amostra composta por 92 indivíduos.

Tabela 2 – Tabulação cruzada entre as práticas de ensino e a compreensão discente

Entendimento das aulas de matemática		Formas de atividades/trabalho que o professor mais utilizava								Total
		Não lembro	Não respondeu	Pesquisas	Projetos	Provas/simulado	Seminários	Testes semanais	Trabalhos no caderno	
Nunca	% do total	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %
Não lembro	% do total	6.5 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	2.2 %	1.1 %	1.1 %	0.0 %	10.9 %
Não respondeu	% do total	0.0 %	1.1 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	2.2 %
Poucas Vezes	% do total	0.0 %	0.0 %	1.1 %	0.0 %	8.7 %	0.0 %	3.3 %	0.0 %	13.0 %
Quase Sempre	% do total	6.5 %	0.0 %	0.0 %	2.2 %	10.9 %	0.0 %	9.8 %	1.1 %	30.4 %
Sempre	% do total	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	4.3 %	0.0 %	5.4 %	0.0 %	9.8 %
Às vezes	% do total	10.9 %	0.0 %	2.2 %	0.0 %	10.9 %	1.1 %	7.6 %	0.0 %	32.6 %
Total	% do total	25.0 %	1.1 %	3.3 %	2.2 %	38.0 %	2.2 %	27.2 %	1.1 %	100.0 %

Testes χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	82.7	42	< .001
N	92		

Fonte: Elaborado pela autora (2024) com base no software Jamovi (2022).

Os dados informam que 65,2% dos professores utilizam provas, testes ou simulados como principal ferramenta, enquanto apenas 40,2% dos alunos reportam compreensão frequente das explicações (o que implica que 59,8% apresentam dificuldades de entendimento).

O teste revelou um valor $p < 0,001$. Visto que esse resultado é menor que o nível de significância adotado ($\alpha=5\%$), e pela nossa tomada de decisão, rejeitaremos a hipótese inicial, confirmando a existência de uma associação estatisticamente significativa entre as formas de atividade que o professor mais utilizava (provas, projetos, seminários etc.) e o entendimento das explicações de matemática.

Segundo estes estudantes pesquisados os dados revelaram estatisticamente que a maioria dos docentes está priorizando instrumentos tradicionais, que se correlacionam com um cenário em que quase 60% dos alunos não atingem a compreensão plena das explicações matemáticas, pois, como alerta Pais (2015, p. 15), “a criação ou a transformação de conceitos

torna-se possível por meio da pesquisa, e a realização desta exige a orientação de um método”, fato que sugere a necessidade de uma análise crítica dos educadores.

- Relação entre o entendimento das explicações do professor e o sentimento diante de uma avaliação

Na Tabela 3, apresenta-se o cruzamento de variáveis entre as explicações do professor e o sentimento diante de uma avaliação. Para essa análise, utilizou-se o teste estatístico Qui-Quadrado (χ^2) em uma amostra composta por 92 indivíduos.

Tabela 3 – Tabulação cruzada entre o entendimento da disciplina e o sentimento em avaliações

Entendimento das aulas de matemática		Sentimento diante de uma avaliação						Total
		Com Calafrios	Com Medo	Com Raiva	Não respondeu	Preocupado	Tranquilo	
Nunca	% do total	0.0 %	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %
Não lembro	% do total	2.2 %	0.0 %	1.1 %	0.0 %	4.3 %	3.3 %	10.9 %
Não respondeu	% do total	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %	1.1 %	0.0 %	2.2 %
Poucas Vezes	% do total	3.3 %	4.3 %	0.0 %	0.0 %	3.3 %	2.2 %	13.0 %
Quase Sempre	% do total	1.1 %	5.4 %	0.0 %	0.0 %	12.0 %	12.0 %	30.4 %
Sempre	% do total	1.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %	7.6 %	9.8 %
Às vezes	% do total	4.3 %	1.1 %	2.2 %	0.0 %	15.2 %	9.8 %	32.6 %
Total	% do total	12.0 %	12.0 %	3.3 %	1.1 %	37.0 %	34.8 %	100.0 %

Testes χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	80.5	30	< .001
N	92		

Fonte: Elaborado pela autora (2024) com base no software Jamovi (2022).

Segundo estes estudantes pesquisados os dados revelam que 64,3% dos discentes manifestam sentimentos aversivos diante da avaliação a que foram submetidos, como medo, preocupação, raiva ou até mesmo calafrios, enquanto apenas 40,2% relatam compreensão frequente das explicações de matemática. Ao testar a hipótese nula, obteve-se um p-valor inferior a 0,001. Visto que esse resultado é menor que o nível de significância adotado ($\alpha=5\%$) e, pela nossa tomada de decisão, rejeitaremos a hipótese inicial, confirmando a existência de

uma associação estatisticamente significativa entre o entendimento das explicações do professor e o sentimento discente diante de uma avaliação.

De acordo com Haydt (2011, p. 218), "os educadores devem ter em mente os limites de sua utilização, pois nem todos os resultados do ensino podem ser medidos ou averiguados por meio de testes". E enfatiza que a avaliação eficaz se realiza em vários níveis: "do processo ensino-aprendizagem, do currículo, do funcionamento da escola como um todo" (Haydt, 2011, p. 217). Para Figueira e Freitas (2020, p. 684) "A pressão exercida para que alunos aprendam matemática, mesmo em situações de ansiedade, pode provocar efeitos na memória de trabalho e na capacidade de inibir respostas". Nesse sentido, a forma como os docentes estão avaliando o conhecimento dos discentes precisa ser repensada, tendo em vista que o teste estatístico revelou fortes indícios de interferência negativa no conhecimento de área de figuras planas.

- Relação entre as estratégias de introdução de conteúdo e os métodos de prática pedagógica no ensino de áreas de figuras planas.

A Tabela 4 apresenta o cruzamento de dados entre as abordagens pedagógicas e os recursos didáticos empregados no ensino de áreas de figuras planas. Essa análise de contingência, fundamentada nas respostas de 54 discentes, foi submetida ao Teste Exato de Fisher para a verificação estatística.

Tabela 4 – Tabulação cruzada das percepções discentes sobre as abordagens didáticas (introdução e fixação) em geometria plana

Quando você estudou área de figuras planas, a maioria das aulas iniciaram:		Para praticar o conteúdo área de figuras planas seu professor de Matemática do ano passado, mais utilizava:					Total
		Apresentar jogos envolvendo o assunto;	Apresentar uma lista de exercícios para serem resolvidos;	Não propunha questões de fixação;	Solicitar que os alunos resolvessem os exercícios do livro didático;	Solicitava que os alunos procurassem questões sobre o assunto para resolver.	
Com jogos para depois sistematizar os conceitos;	% do total	1.9 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.9 %	3.8 %
Com um modelo para situação e em seguida analisando o modelo;	% do total	0.0 %	0.0 %	1.9 %	1.9 %	0.0 %	3.8 %
Com uma situação problema para depois introduzir o assunto;	% do total	0.0 %	3.8 %	1.9 %	0.0 %	1.9 %	7.7 %
História do assunto para depois explorar os conceitos;	% do total	3.8 %	13.5 %	0.0 %	1.9 %	5.8 %	25.0 %
Pela definição seguida de exemplos e exercícios;	% do total	1.9 %	36.5 %	3.8 %	13.5 %	3.8 %	59.6 %
Total	% do total	7.7 %	53.8 %	7.7 %	17.3 %	13.5 %	100.0 %

Fonte: Elaborado pela autora (2024) com base no software Jamovi (2022).

Segundo estes estudantes pesquisados os dados revelaram que 59,6% dos docentes introduzem o conteúdo por meio de definições seguidas de exemplos, ao passo que 71,1% priorizam a resolução de listas de exercícios ou atividades do livro didático. Ao testar a hipótese nula de independência entre essas variáveis, o teste estatístico resultou em um p-valor de 0,035. Visto que esse resultado é menor que o nível de significância adotado ($\alpha=5\%$), e pela nossa tomada de decisão, rejeitaremos a hipótese inicial, confirmando a existência de uma associação estatisticamente significativa entre a entre as estratégias de introdução de conteúdo e os métodos de prática pedagógica no ensino de áreas de figuras planas.

Estatisticamente, os dados revelaram que a prática docente, segundo os pesquisados, é baseada na repetição que

[...] deforma a necessária criatividade do educando e do educador, o educando a ele sujeitado pode, não por causa do conteúdo cujo "conhecimento" lhe foi transferido, mas por causa do processo mesmo de aprender, dar, como se diz na linguagem popular, a volta por cima e superar o autoritarismo e o erro epistemológico do "bancarismo". (Freire, 1996, p.13).

Os resultados da diagnose do modelo educacional vigente revelaram um sistema de “bancarismo”, como cita o autor acima, e a análise estatística apontou dificuldades de aprendizado devido à discussão dos resultados do processo de ensino.

3.4.3 Eixo do conhecimento do estudante sobre área de figuras planas

Temos a conjectura de que a ruptura na sequência de estudos é um fator que pode interferir no esquecimento de área de figuras planas, e, de acordo com a Tabela 5, esse percentual é elevado nos resultados de nossa pesquisa.

Tabela 5 – Frequência das lembranças de ter estudado área de figuras planas

Você já estudou área de figuras planas?	Contagem	Percentual
Não	62	67,4%
Sim	30	32,6%

Fonte: Elaborado pela autora (2024), pesquisa de campo (2024).

Os resultados revelaram que 67,4% dos entrevistados relataram não ter estudado a área de figuras planas, e, para aprofundarmos neste conhecimento, relacionamos 29 assuntos que envolvem o tema geral de área de figuras planas (Tabela 6) e perguntamos se os alunos lembravam de ter estudado ou não os assuntos por meio de um quadro (Apêndice A). Caso

lembrassem, eles apontariam o nível de dificuldade que tiveram no aprendizado, classificado em muito fácil, fácil, difícil e muito difícil. Os índices de recordação dos alunos sobre os tópicos listados estão organizados na Tabela 6. Utilizou-se uma diferenciação cromática para evidenciar os graus de complexidade encontrados, variando entre azul (muito fácil), verde (fácil), amarelo (difícil) e vermelho (muito difícil), otimizando a percepção dos resultados.

Tabela 6 – Percentual de dificuldades em subtemas de áreas de figuras planas

Assunto	Sim	Não	Alunos que responderam que lembram dos assuntos e classificou o nível de dificuldade de aprendizado em:				
			Muito Fácil	Fácil	Difícil	Muito Difícil	Responderam apenas Sim
História de medidas de área	22%	78%	10%	10%	40%	10%	30%
Conceito de área	20%	80%	0%	22%	33%	6%	39%
Unidade de medida de área	22%	78%	0%	20%	30%	15%	35%
Significado do metro quadrado	32%	68%	7%	34%	28%	14%	17%
Múltiplos de metro quadrado	22%	78%	10%	15%	40%	10%	25%
Submúltiplos de metro quadrado	20%	80%	6%	17%	33%	17%	28%
Transformação de medidas de área	21%	79%	5%	16%	21%	5%	53%
Área do retângulo	42%	58%	10%	28%	23%	5%	33%
Área do quadrado	45%	55%	7%	32%	17%	7%	37%
Área do paralelogramo	26%	74%	8%	17%	25%	8%	42%
Área do triângulo	43%	57%	8%	38%	15%	8%	33%
Área do losango	29%	71%	15%	26%	15%	11%	33%
Área do trapézio	25%	75%	13%	26%	22%	9%	30%
Área do círculo	38%	62%	6%	34%	14%	14%	31%
Problema envolvendo área do retângulo com figuras	33%	67%	7%	23%	27%	13%	30%
Problema envolvendo área do retângulo sem figuras	25%	75%	4%	22%	35%	4%	30%
Problema envolvendo área do quadrado com figuras	29%	71%	4%	22%	26%	7%	41%
Problema envolvendo área do quadrado sem figuras	29%	71%	4%	19%	22%	19%	37%
Problema envolvendo área do paralelogramo com figuras	26%	74%	8%	18%	21%	13%	50%
Problema envolvendo área do paralelogramo sem figuras	16%	84%	0%	27%	13%	7%	53%
Problema envolvendo área do triângulo com figuras	24%	76%	18%	27%	14%	5%	36%

(continua)

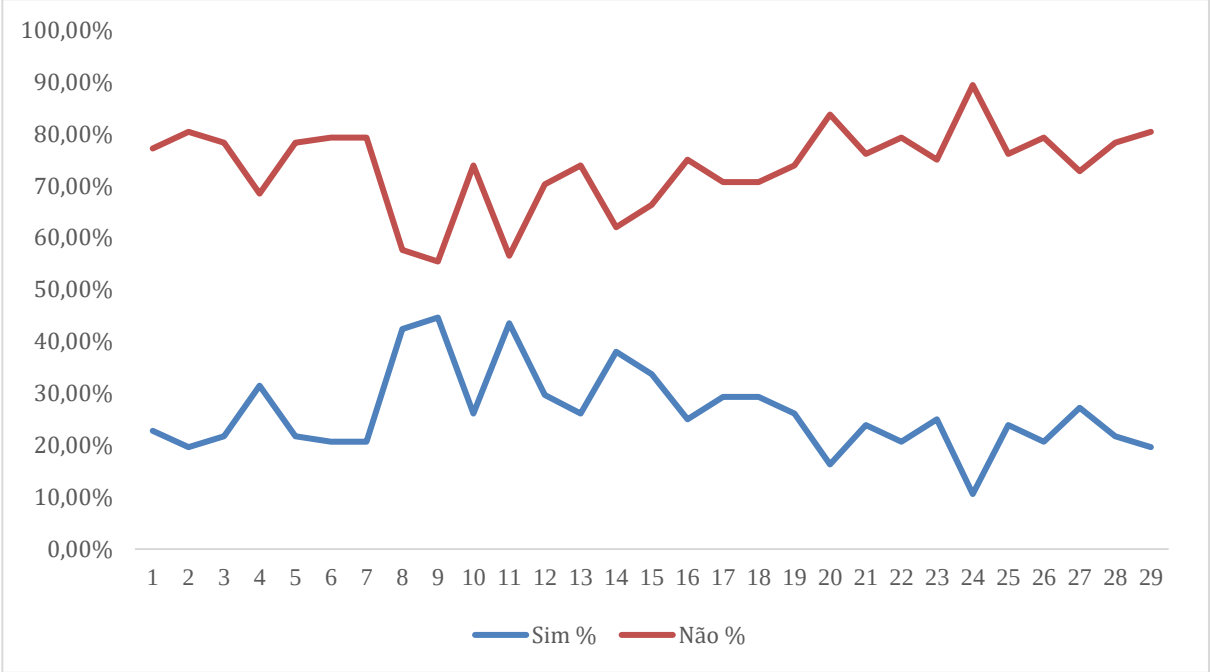
Tabela 6 – Percentual de dificuldades em subtemas de áreas de figuras planas (continuação)

Assunto	Sim	Não	Alunos que responderam que lembram dos assuntos e classificou o nível de dificuldade de aprendizado em:					Responderam apenas Sim
			Muito Fácil	Fácil	Difícil	Muito Difícil		
Problema envolvendo área do triângulo sem figuras	21%	79%	11%	26%	16%	5%	42%	
Problema envolvendo área do losango com figuras	25%	75%	22%	13%	26%	9%	30%	
Problema envolvendo área do losango sem figuras	20%	80%	17%	17%	17%	22%	26%	
Problema envolvendo área do trapézio com figuras	24%	76%	14%	9%	18%	18%	41%	
Problema envolvendo área do trapézio sem figuras	21%	79%	16%	11%	26%	11%	37%	
Problema envolvendo área do círculo com figuras	27%	73%	16%	16%	16%	16%	36%	
Problema envolvendo área do círculo sem figuras	22%	78%	10%	15%	18%	10%	50%	
Área de figuras irregulares	20%	80%	11%	28%	11%	11%	39%	

Fonte: Elaborado pela autora (2024), pesquisa de campo (2024).

Em suma, o Gráfico 4 apresenta os indicadores acima relativos aos percentuais dos discentes que possuíam recordações sobre os subtópicos específicos de área de figuras planas.

Gráfico 4 – Percentual das recordações dos subtemas de área de figuras planas



Fonte: Elaborado pela autora (2024), dados da pesquisa de campo (2024).

É possível identificar com clareza, no gráfico acima, a distinção entre os indivíduos que recordam os subtemas e aqueles que não os recordam. Além do mais, ao fazermos a média aritmética dos dados, obtivemos que 73% dos alunos não lembram de ter tido contato com o

assunto de superfícies planas. No grupo restante (27%), que possui lembranças sobre o tema, os níveis de complexidade apontados foram: 9% para muito fácil, 22% para fácil, 23% para difícil e 11% para muito difícil e 36% não lembraram o nível de complexidade.

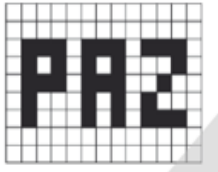
Para maiores informações dos dados aplicamos 10 questões objetivas com vários níveis de dificuldade.

A Figura 17 nos mostra a questão com maior percentual de acertos, pois 63% dos alunos acertaram este item, classificado como um nível fácil. O menor percentual de acertos foi a questão 3 (Figura 18), com 9% de acerto, que se refere a uma questão de área de figuras irregulares de nível médio, em que apenas 80% dizem não lembrar de ter estudado o conteúdo.

Figura 17 – Maior percentual de acertos

QUESTÃO 6: Utilizando, como unidade de medida, o quadradinho do papel quadriculado, a área da palavra PAZ representada abaixo é igual a:

a) 31 quadradinhos
b) 18 quadradinhos
c) 45 quadradinhos
d) 50 quadradinhos

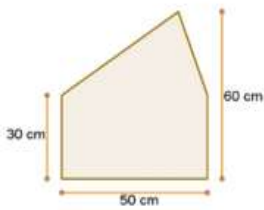


Fonte: Teste de verificação (2024).

Figura 18 – Menor percentual de acertos

QUESTÃO 3: Calcule a medida da área do pentágono na figura a seguir, considerando as medidas que foram colocadas nela.

a) 2250 cm²
b) 1500 cm²
c) 750 cm²
d) 3000 cm²



Fonte: Teste de verificação (2024).

A seguir, mostraremos no Quadro 5 o resultado de percentual de acertos por assunto, com seu respectivo nível de dificuldade.

Quadro 5 – Questões do teste de verificação

Questão	Dificuldade	% de acertos	Gabarito	Assunto referente
1	Fácil	27%	A	Área de retângulo
2	Fácil	27%	B	Figuras irregulares
3	Média	9%	A	Figuras irregulares
4	Difícil	24%	D	Problemas envolvendo área do quadrado sem figuras
5	Média	29%	C	Transformação de medida de área
6	Fácil	63%	A	Unidade de medida de área
7	Média	22%	B	Problemas envolvendo área do retângulo com figuras
8	Fácil	32%	A	Problemas envolvendo área do triângulo sem figuras
9	Difícil	11%	D	Transformação de medida de área
10	Média	27%	C	Problemas envolvendo área do quadrado sem figuras

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O desempenho dos estudantes variou conforme a complexidade das perguntas: nas quatro questões consideradas fáceis, o índice médio de acerto foi de 37,5%, enquanto nas quatro de nível intermediário, esse número caiu para 21,75%. Já nas duas questões mais complexas, a média de êxito foi de apenas 17,5%. No balanço total da avaliação, o aproveitamento geral foi de 27%.

A análise revela que os estudantes ainda não dominam conceitos essenciais de figuras planas. Isso se traduz na dificuldade de resolver problemas que exigem a transformação de unidades de medida ou em cálculos de áreas de retângulos, triângulos e quadrados, principalmente quando as questões não trazem ilustrações. O desenvolvimento de questões que envolveram área de figuras irregulares também se mostrou um ponto crítico no processo de aprendizagem.

Com esses obstáculos encontrados no estudo de Santos (2024, p. 9), temos a conjectura de que estratégias metodológicas por meio de atividades experimentais podem ajudar professores no ensino de matemática.

3.5 ESTUDOS BIBLIOGRÁFICOS

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica destinada a investigar as dificuldades de aprendizado de alunos da EJA no ensino de área de figuras planas. Para tanto, realizou-se um levantamento em teses, dissertações e artigos científicos, com o intuito de mapear os resultados mais relevantes acerca das práticas de ensino de área de figuras planas no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

O percurso metodológico estruturou-se em cinco etapas. A primeira consistiu no levantamento bibliográfico em quatro bases de dados — Portal dos periódicos da CAPES, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, BDTD e Sucupira —, resultando em 27 publicações. Na segunda etapa, realizou-se a busca por descritores como Educação de Jovens e Adultos e Geometria Plana, seguida pela aplicação dos critérios de exclusão, o que reduziu o *corpus* para oito estudos. A terceira fase envolveu a catalogação de informações como autoria, temática e ano de edição, enquanto a quarta etapa focou na classificação dos obstáculos de aprendizagem. Ao final, foram identificados cinco trabalhos voltados especificamente às dificuldades de aprendizagem sobre áreas de figuras planas na modalidade EJA.

Conforme ilustra a Figura 19, a busca inicial foi realizada na interface avançada da CAPES, refinando a localização de trabalhos sobre o ensino de áreas de figuras planas na EJA por meio de operadores booleanos. Tal estratégia permitiu selecionar documentos por

interseção (E), soma (OU) ou exclusão (NÃO), bem como identificar expressões específicas entre aspas. Na sequência, o levantamento foi ampliado para o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, BDTD e Sucupira, focando nas palavras-chave: Educação de Jovens e Adultos e Geometria Plana.

Figura 19 – Busca no periódico da CAPES

Fonte: Portal de Periódicos da CAPES (2024).

Nesta realização da busca, foram identificados 27 estudos nos quatro bancos de dados consultados.

Após essa triagem, realizamos a 2ª etapa de uma análise detalhada dos resumos, aplicando os critérios de exclusão referidos no Quadro 6.

Quadro 6 – Critérios de exclusão

CE-1: Artigos que não são revisados por pares
CE-2: Trabalhos que não tiverem disponível na íntegra
CE-3: Trabalhos já referenciados em outros sites de busca
CE-4: Temas ou resumo que não esteja relacionado com as palavras-chaves, que não seja da área do ensino em matemática ou que não seja direcionado ao ensino fundamental.

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Aplicados os critérios de exclusão, a Tabela 7 mapeou os trabalhos relevantes.

Tabela 7 – Mapeamento dos trabalhos relevantes

Banco de Dados	Encontrados	CE1	CE2	CE3	CE4	relevante
Plataforma Sucupira	2	-	-	2	-	0
Portal de Periódicos da CAPES	2	-	-	-	-	2
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES	5	-	3	1	1	0
Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)	18	-	-	-	12	6
Total	27					8

Fonte: Elaborada pela autora (2024) com base em CAPES (2024) e BDTD (2024).

Quanto ao processo de filtragem, os dois trabalhos da Plataforma Sucupira foram excluídos devido à redundância com a BDTD. No catálogo da CAPES, dos cinco trabalhos encontrados, três não puderam ser acessados, um era repetido e outro tratava de Física, resultando em nenhuma seleção nesta base. Já na BDTD, dos 18 registros iniciais, 12 foram desconsiderados por não atenderem aos critérios temáticos para este estudo ou por não serem direcionados ao Ensino Fundamental, restando oito textos para análise.

As oito produções acadêmicas que compõem o corpus desta análise são exibidas no Quadro 7, como parte da terceira etapa desta investigação. As informações estão agrupadas por assunto, autoria, modalidade de trabalho e ano em que foram publicadas.

Quadro 7 – Mapeamento de estudos por foco de características

Banco de dados	Tema	Autores	Tipo de trabalho	Ano
Portal de periódicos da CAPES	Matemática do dia a dia: construindo conhecimentos a partir do cotidiano dos alunos EJA	Mirela Stefânia Pacheco Lucia Maria Martins Giraffa	Artigo revisado por pares	2010
	O cálculo de perímetro e de área de figuras planas: dificuldades encontradas pelos alunos da EJA	Taiane de Oliveira Rocha Araújo, Jonson Ney Dias da Silva	Artigo revisado por pares	2020
Biblioteca digital de teses e dissertações (BDTD)	Geometria plana e inclusão digital: uma experiência a partir do cotidiano dos alunos EJA	Mirela Stefânia Pacheco	Dissertação	2009
	As Aplicações E Contribuições Da Geometria Plana Na Educação De Jovens E Adultos No Ensino Fundamental Por Meio De Unidade De Aprendizagem	Lorena Molon	Dissertação	2011
	Concepções de Professores Sobre Ensino e Aprendizagem da Geometria Plana na Educação de Jovens e Adultos dos Cejas de Cuiabá/Mt	Daniela Bonfim De castro	Dissertação	2014
	Professores De Matemática Na Educação De Jovens e adultos: o pensamento geométrico no centro das atenções	Ivanilde Da Conceição Santana	Dissertação	2010
	Uma análise crítica sobre o ensino de área de figuras planas na educação de jovens e adultos: um estudo localizado no município de Angra dos Reis	Josaphar Silva Valença	Dissertação	2016
	Matemática sociocultural versus matemática acadêmica no contexto do futuro professor: um estudo etnomatemático	Paulo Policarpo Campos	Tese	2018

Fonte: Elaborada pela autora (2024) com base em CAPES (2024) e BDTD (2024).

Poucas teses foram encontradas pois um dos motivos é que:

[...]alguns autores têm em relação ao eventual plágio de seus trabalhos, à exposição da qualidade de seus trabalhos, à perda de originalidade diante das exigências de ineditismo de alguns periódicos para publicação de artigos e também à perda da originalidade em relação à publicação de sua tese no formato de livro (Moraes, Oliveira, 2010, p.78).

Frente à problemática apresentada, ressalta-se a necessidade de ampliar a produção acadêmica em nível de tese no que diz respeito às práticas de ensino de áreas de figuras planas voltadas ao público da EJA.

Durante a quarta etapa, realizou-se a sistematização das oito produções acadêmicas no Quadro 8. O critério de análise baseou-se no foco investigativo sobre a área de figuras planas, subdividindo as dificuldades em duas vertentes principais: metodológica, quando focada na prática docente, e cognitiva, quando voltada aos processos de compreensão do aluno.

Quadro 8 – Mapeamento por foco de investigação

Tema	Foco
Matemática do dia a dia: construindo conhecimentos a partir do cotidiano dos alunos EJA	Cognitivo
O cálculo de perímetro e de área de figuras planas: dificuldades encontradas pelos alunos da EJA	Cognitivo
Geometria plana e inclusão digital: uma experiência a partir do cotidiano dos alunos EJA	Cognitivo
As Aplicações E Contribuições Da Geometria Plana Na Educação De Jovens E Adultos No Ensino Fundamental Por Meio De Unidade De Aprendizagem	Cognitivo
Concepções de Professores Sobre Ensino e Aprendizagem da Geometria Plana na Educação de Jovens e Adultos dos Cejas de Cuiabá/Mt	Metodológico
Professores De Matemática Na Educação De Jovens E Adultos: O Pensamento Geométrico No Centro Das Atenções	Metodológico
Uma Análise Crítica Sobre o Ensino de Área de Figuras Planas na Educação de Jovens e Adultos: Um Estudo localizado no Município de Angra dos Rei	Cognitivo
Matemática sociocultural versus matemática acadêmica no contexto do futuro professor: um estudo Etnomatemático.	Metodológico

Fonte: Elaborada pela autora (2024) com base em CAPES (2024) e BDTD (2024).

O foco da presente investigação reside nos obstáculos enfrentados por alunos da EJA ao aprenderem áreas de figuras planas. A análise recorre a cinco textos que priorizam os aspectos cognitivos do aprendizado.

Dificuldades no aprendizado relacionadas à leitura e interpretação textual são evidenciadas por Pacheco e Giraffa (2010, p. 8), ao observarem que os estudantes "apenas resolviam exercícios com algoritmos, equações, nos quais eram demonstradas as resoluções por meio de vários exemplos e, posteriormente, aplicavam estes mecanismos na resolução, como um treinamento". Essa percepção converge com o estudo de Araújo e Silva (2020, p. 79), o qual indica que a escassez de compreensão é fruto de abordagens tradicionais que "não fazem o aluno pensar e refletir, pois, na maioria das vezes, eles estão habituados a resolver problemas matemáticos mecanicamente". No mesmo sentido, Pacheco (2009, p. 62) relata que os

participantes de sua investigação consideravam que “exercícios de área contextualizados eram 'muito difíceis' porque precisavam 'ler e pensar'”. Visto que a fragilidade no domínio da linguagem compromete a apreensão de problemas lógicos, Molon (2011, p. 41) reforça que “constata-se a importância do ler e entender, interpretando aquilo que escreveu para que os outros possam compreender a linguagem escrita”.

As barreiras na articulação entre os saberes escolares e as vivências práticas são evidenciadas por Pacheco e Giraffa (2010, p. 2), ao observarem que “acredita-se que os conteúdos ensinados na disciplina de Matemática não são percebidos por estes alunos como elementos integrantes da solução de problemas do seu cotidiano. Como consequência desta dissociação, aprender matemática é algo penoso e complicado.”

No mesmo sentido, Molon (2011, p. 29) identifica entraves no processo pedagógico ao pontuar que o ensino da geometria, em virtude do tempo limitado e da extensa carga de tópicos, ocorre de modo que “muitas vezes, as aulas são ministradas sem aprofundamento algum, o que dificulta a assimilação de determinados assuntos e conteúdo”. Acreditamos que o estudo dos conceitos ajudaria estudantes da EJA nessa problemática da relação da aplicação da fórmula com o problema de sua vivência, porque, de acordo com Brasil (1998, p. 76), o discente “[...] ensina-se procedimentos acreditando estar ensinando conceitos”.

Segundo Pacheco e Giraffa (2010, p. 3), “o público da EJA foi excluído da escola e, da mesma forma, da sociedade”. Essa exclusão acaba por lhes transmitir um sentimento de incapacidade. De acordo com Araújo e Silva (2020, p. 3), salientam que os discentes “veem a matemática como difícil e, muitas vezes, difícil de aprender e, por esse motivo, acabam 'bloqueando' a aprendizagem dos conteúdos”. Na visão de Pacheco (2009, p. 95), esse público apresenta “uma baixa autoestima decorrente dos sucessivos processos de exclusão que foram e ainda são submetidos: exclusão escolar, social, econômica e cultural”. Ademais, Molon (2011, p. 41) observa que “existe uma resistência, por parte de alguns alunos, em aprender a Matemática, pois apenas querem finalizar a EJA para adquirir um diploma; outros estão cansados por trabalhar todo o dia e estudar à noite”.

A fundamentação em saberes prévios é um elemento primordial para o aprendizado do cálculo de áreas de figuras planas. Nessa vertente, Araújo e Silva (2020, p. 11-13) indicam que as principais limitações dos discentes envolvem o domínio de operações com números racionais, a nomenclatura correta dos polígonos e a diferenciação entre dimensões lineares e de área. Essa percepção é corroborada por Valença (2016, p. 8), ao ressaltar que a “[...] dificuldade de atribuir de forma correta as unidades de medidas de área e de comprimento deve-se à

difficuldade do aluno em relacionar o conteúdo matemático aprendido na escola ao seu cotidiano".

Diante deste contexto sobre as dificuldades encontradas no aprendizado de área de figuras planas, é emergencial uma revisão das estratégias pedagógicas, pois, de acordo com Bellemain, Bibiano e Souza (2018, p. 7), "o ensino de Geometria e Grandezas e Medidas na Educação Básica representa um desafio significativo para os professores de Matemática". Oliveira (2020, p. 5) ratifica que as causas para a falta de êxito na apreensão dos conteúdos "estão relacionadas a diversos fatores, destacando-se a metodologia de ensino adotada pelos professores". Nesse sentido, Vasconcelos (2016, p. 35) reforça a necessidade de uma postura docente mais dinâmica, argumentando que "o professor deve buscar desenvolver mais atividades práticas em sala de aula, pois, quando o docente as utiliza, há maior chance de o aluno sentir-se motivado e dedicar-se mais aos estudos do conteúdo". Essa transformação didática é fundamental para que o ensino cumpra sua função social de formar indivíduos críticos e participativos, aptos a atuarem como "cidadãos ativos na sociedade, capazes de questionar, debater e romper paradigmas" (Mendes, 2010, p. 10).

3.6 ENSINO DE MATEMÁTICA

O livro didático constitui um recurso relevante para o ensino da matemática. Conforme apontam Santos, Lucas e Moraes (2020, p. 105), "esses meios são importantes para o ensino da EJA, pois otimizam o tempo em sala de aula, que é menor do que o ensino regular". Os livros classificados no Quadro 9 foram selecionados com o objetivo de estabelecer um comparativo temporal e pedagógico, sendo divididos em dois livros publicados sob a vigência dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Pré-BNCC) e dois livros atualizados conforme a Base Nacional Comum Curricular (Pós-BNCC). Os livros pós-BNCC estão em processo de avaliação pelo PNLD 2026-2029.

A codificação dos livros, como L1, L2, L3 e L4, será adotada ao longo de toda a análise para facilitar a interlocução dos dados. Cabe ressaltar que a seleção do acervo enfrentou limitação pela escassez de exemplares da 4ª etapa disponíveis no mercado editorial e na rede pública de ensino de Belém.

Quadro 9 – Livros analisados

Código	Título	Autor(es) / Organizadora	Edição / Ano	Série/etapa	Contexto Curricular
L1	Matemática: Ensino Fundamental	Moacir José Quintino; Justina Motter Maccarini	1998	5ª a 8ª séries	Pré-BNCC
L2	A Conquista da Matemática: EJA	José Ruy Giovanni; Benedito Castrucci; José Ruy Giovanni júnior	2001	(4ª etapa)	Pré-BNCC
L3	Convivências: Práticas em Matemática (v. 2)	Jacqueline da Silva Ribeiro Garcia	2024	etapas 7 e 8	Pós-BNCC
L4	Nova EJA Moderna: Matemática	Org. Maria Cecília Veridiano	2024	etapas 5 e 6.	Pós-BNCC

Fonte: Elaborado pela autora (2025), análise dos livros (2025).

O processo analítico foi estruturado em quatro eixos fundamentais: o grau de complexidade cognitiva das tarefas (baseado na Taxonomia de Bloom), a natureza do contexto dos itens, os tópicos relativos ao cálculo de áreas abordados nos manuais didáticos examinados e a perspectiva de abordagem dos conceitos.

Nível de cognição das atividades

Nesta etapa, classificamos os itens dos livros pesquisados na Taxonomia de Bloom de acordo com Ferraz e Belhot (2010, p. 425), expostos no Quadro 10.

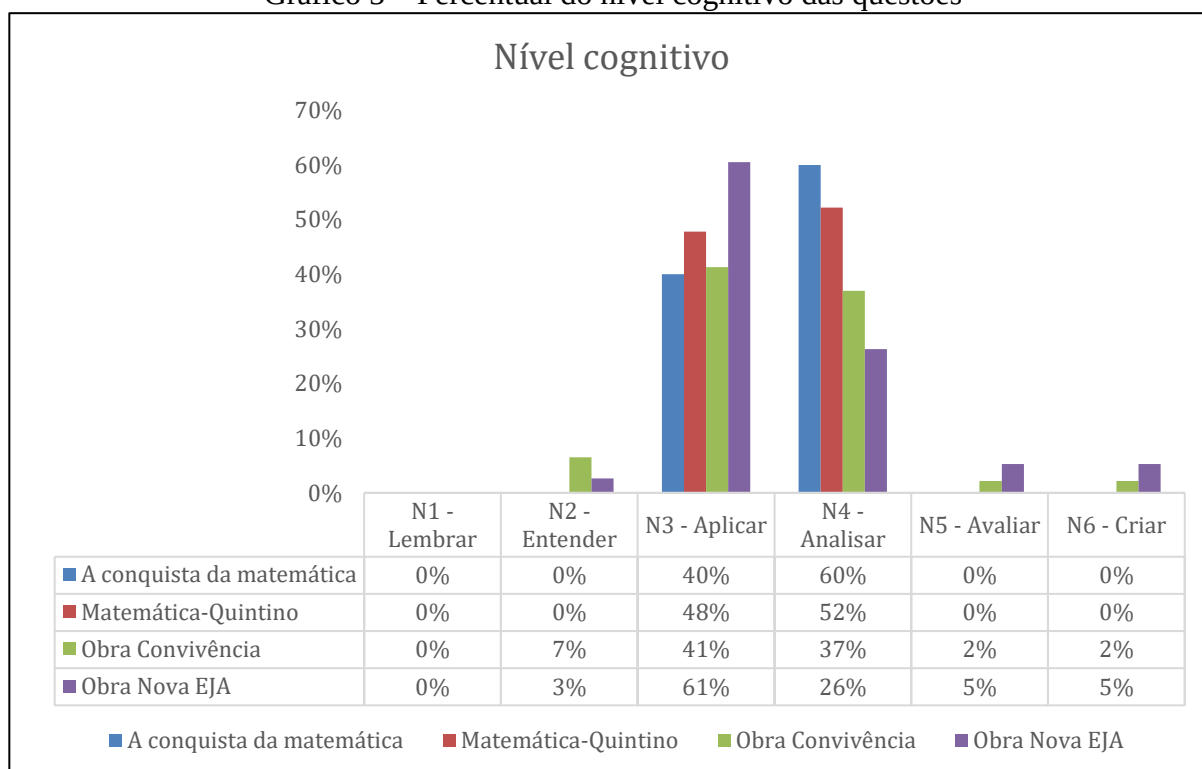
Quadro 10 – Níveis cognitivos (Taxonomia de Bloom)

Lembrar	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.
Entender	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
Aplicar	Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.
Analisar	Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
Avaliar	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.
Criar	Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Ferraz, Belhot (2010, p 429)

Foram catalogadas 147 questões relativas a áreas de figuras planas nos materiais selecionados. A amostra subdivide-se em 23 questões (L1), 40 (L2), 46 (L4) e 38 (L5). A classificação dessas atividades, conforme o nível cognitivo exigido, pode ser observada nos percentuais detalhados no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Percentual do nível cognitivo das questões



Fonte: Elaborado pela autora (2025), análise dos livros (2025).

Nota-se que a totalidade dos livros analisados privilegia atividades voltadas à aplicação de fórmulas (N3) e à análise (N4). Em contrapartida, os volumes "Convivência" e "Nova EJA" demonstram um avanço ao contemplar, ainda que de forma incipiente, questões que estimulam os processos de Entender (N2), Avaliar (N5) e Criar (N6).

Tipo de Contexto:

De acordo com Trevisan e Amaral (2016, p. 195), os itens do livro sobre área de figuras planas foram categorizados em quatro contextos:

C1 – Intramatemático: refere-se a problemas puramente abstratos que exploram propriedades das figuras sem aplicação externa;

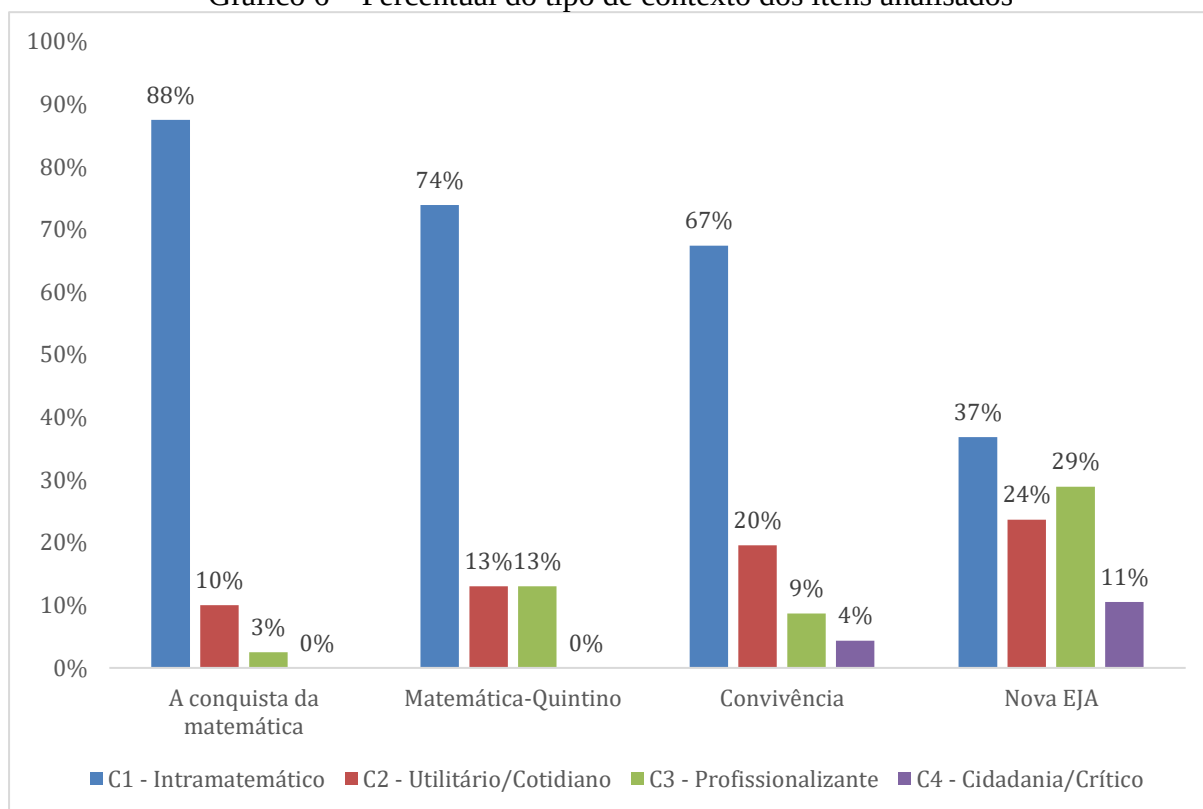
C2 – Utilitário: engloba situações práticas e domésticas, como o cálculo de materiais para reformas residenciais;

C3 – Profissionalizante: simula o uso do conceito de área em profissões como marcenaria, agricultura e arquitetura;

C4 – Cidadania/Crítico: foca na utilização da matemática para interpretar questões socioeconômicas, como densidade demográfica ou impactos ambientais.

Os dados referentes ao tipo de contexto dos itens investigados podem ser observados no Gráfico 6, apresentado a seguir:

Gráfico 6 – Percentual do tipo de contexto dos itens analisados



Fonte: Elaborado pela autora (2025), análise dos livros (2025).

É possível verificar que todos os livros analisados compartilham a característica de concentrar a maioria de suas atividades no nível intramatemático (C1), embora o livro Nova EJA exiba uma distribuição mais equilibrada entre os contextos de seus itens.

Assuntos Abordados

A sistematização dos tópicos específicos de área de figuras planas contidos nos manuais didáticos selecionados é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11 – Assuntos abordados nos livros didáticos

Assuntos abordados	Quantidade de questões referente a cada livro de análise				Caracteres “*” Assuntos não identificados pelos autores “x” Assuntos identificada pelos autores
	L1	L2	L3	L4	
Área do quadrado	x	x	x	x	
Área do retângulo	x	x	x	x	
Área do triângulo	x	x	x	x	
Área do paralelogramo	x	x	x	x	
Área do losango	x	x	x	x	
Área do trapézio	x	x	x	x	
Área de um polígono regular	*	x	*	*	
Área do círculo, coroa circular, setor circular	x	x	x	x	
Composição de área de figuras	x	x	x	x	
Área de figuras irregulares	*	*	*	x	
Conversão de unidade de área	*	*	x	x	

Fonte: Elaborado pela autora (2025), análise dos livros (2025).

Verifica-se que os conteúdos recorrentes entre os livros analisados incluem o cálculo de áreas do quadrado, retângulo, triângulo, paralelogramo, losango e trapézio, além da composição de superfícies e tópicos relativos ao círculo. Em contrapartida, os temas de área de polígonos regulares e de figuras irregulares foram identificados em apenas um dos exemplares analisados.

Abordagem do Conceito

Mapeou-se a estratégia didática utilizada nos volumes examinados para o ensino de áreas, observando a sequência de aprendizado. O foco recaiu sobre a transição entre a teoria e a prática, distinguindo se o ensino prioriza a formalização precoce seguida de exemplos ou se conduz o aluno do desafio prático à sistematização do conceito. Avaliou-se, ainda, o papel da fórmula: se ela figura como um conteúdo estático ou como uma ferramenta de raciocínio a ser desenvolvida.

Os dados analisados de como os assuntos estão sendo abordados podem ser observados no Quadro 12, apresentado a seguir:

Quadro 12 – Desenvolvimento do conceito nos livros didáticos

Critérios de análise	L1	L2	L3	L4
Desenvolvimento do Conceito	Fórmula algébrica → Raros exemplos e de forma direta → Exercícios com aplicação direta das fórmulas.	Fórmula algébrica → Sem exemplos Exercícios com aplicação direta das fórmulas.	Introdução com questionamentos sobre o meio agrícola. → Fórmula algébrica e literal → Exemplos contextualizados → Informes e curiosidades sobre o assunto → Exercícios contextualizados → Síntese dos assuntos.	Introdução informando onde se aplica o uso de cálculos de áreas no dia a dia e um capítulo de informações sobre medidas de área e agrárias. → Fórmula algébrica e literal → Exemplos contextualizados → Informes e curiosidades sobre o assunto. → Exercícios contextualizados → Atividades finais.

Fonte: Elaborado pela autora (2025), análise dos livros (2025).

Conforme os dados apresentados no Quadro 12, nota-se que os livros L1 e L2 seguem um modelo didático convencional, estruturado na sequência 'Definição → Fórmula → Exercícios'. Em contrapartida, os volumes L3 e L4 utilizam uma metodologia investigativa que prioriza o saber prévio do estudante, o que constitui um dos pilares da andragogia e converge com a visão de teóricos que afirmam:

[...] acredita-se que o modo diferenciado de inserção no mundo do trabalho e das relações interpessoais propiciados por oportunidades de vivências e relações define modos também diferenciados de relação com o mundo escolar e de perspectivas, critérios e estratégias de produção de conhecimento" (Araújo, Neta, 2017, p. 50).

Essa metodologia defendida pelos autores é bem argumentada nos livros (L3 e L4) de que a fórmula não é um ponto de partida divino, mas uma ferramenta otimizadora, construída ou compreendida a partir da necessidade prática.

Portanto, a discussão dos resultados aponta para uma conclusão de que a evolução dos materiais didáticos para a EJA era emergencial no tópico de área, pois não foi meramente uma troca de exemplos, mas uma reestruturação fundamental do contrato pedagógico que busca capacitar o cidadão para resolver problemas de área de figuras planas, baseada na estruturação da BNCC, que, conforme prevê a Lei n.º 11.741, de 16 de julho de 2008, estabelece em seu § 3º: “A educação de jovens e adultos deverá articular-se, preferencialmente, com a educação profissional” (Brasil, 2008).

4 CONCEPÇÃO E ANÁLISE A PRIORI

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesta seção apresentaremos um produto educacional por meio de uma Sequência Didática (SD) para amenizar as dificuldades encontradas nesta investigação do diagnóstico de aprendizado de área de figuras planas junto a alunos da EJA, que, segundo Zabala (1998, p. 78), “Sequência Didática (SD) define-se como o “[...] conjunto ordenado de atividades estruturadas e articuladas para a consecução de um objetivo educacional em relação a um conteúdo concreto”. A SD que utilizaremos na fase de experimentação está dividida em 3 etapas.

A etapa inicial desta investigação é composta por três procedimentos distintos: a obtenção do consentimento dos participantes, a aplicação de um questionário de perfil socioeducacional e, por fim, uma avaliação diagnóstica sobre os conhecimentos dos alunos em áreas planas (Apêndice D). Este último instrumento consiste em oito questões de resolução de problemas, metodologia escolhida por ser essencial na análise da evolução intelectual, visto que proporciona

[...] uma oportunidade de conhecer e delinear as dificuldades, de avaliar as capacidades e limitações do conhecimento matemático que os alunos possuem. O ensino através da resolução de problemas enfatiza os processos de pensamento, nas ações de aprendizagem além de trabalhar os conteúdos matemáticos, cujo valor não deve ser posto de lado. (Redling, 2011, p. 32).

Após esta sondagem, a etapa seguinte envolverá seis práticas experimentais sobre diversas formas geométricas (retângulo, quadrado, paralelogramo, triângulo, trapézio, losango), utilizando apresentações em PowerPoint para proporcionar uma abordagem visual e dinâmica, fornecidas via links na ficha técnica das atividades deste estudo. Apoiando-se na premissa de Sá (2014) de que “o ensino de área de figuras planas por meio de atividade de redescoberta é viável, torna o processo de ensino e aprendizagem ativos por parte dos estudantes”, nesse sentido levanta-se a hipótese de que estas atividades serão eficazes para a construção de um conhecimento sólido e significativo.

No terceiro momento, procederemos à reaplicação do teste inicial a fim de identificar possíveis avanços no aprendizado. Juntamente a isso, utilizaremos um questionário de verificação (Apêndice E) para aferir o nível de satisfação dos estudantes perante o método que foi empregado.

Conforme estabelecido no Quadro 13, a organização da previsão cronológica desta sequência didática dar-se-á da seguinte forma:

Quadro 13 – Previsão do cronograma da sequência didática

Encontro	Quantidade de aulas (40 min cada) previstas	Procedimento metodológico	Instrumento
1ª etapa			
1º	2 aulas	Aplicar o TCLE, o questionário sócio educacional e um teste de verificação de conhecimento (pré-teste).	TCLE (Anexo B) Questionário socioeducacional, (Apêndice B) Teste impresso (Apêndice D)
2ª etapa			
2º	2 aulas	Aplicar a atividade experimental da área do retângulo	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 1
3º	2 aulas	Aplicar a atividade experimental da área do quadrado. Entregar a atividade de aprofundamentos da área de um retângulo e de um quadrado como atividade extraclasse	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 2 Atividade de aprofundamentos (Apêndice F)
4º	2 aulas	Fazer a correção da atividade de aprofundamento da área de um retângulo e de um quadrado Aplicar a atividade experimental da área do paralelogramo Entregar a atividade de aprofundamento da área do paralelogramo como atividade extraclasse.	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 3 Atividade de aprofundamentos (Apêndice G)
5º	2 aulas	Fazer a correção da atividade de aprofundamento da área do paralelogramo Aplicar a atividade experimental da área do triângulo Entregar a atividade de aprofundamento da área do triângulo como atividade extraclasse.	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 4 Atividade de aprofundamentos (Apêndice H)
6º	2 aulas	Fazer a correção da atividade de aprofundamento da área do triângulo Aplicar a atividade experimental da área do trapézio Entregar a atividade de aprofundamento da área do trapézio como atividade extraclasse.	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 5 Atividade de aprofundamentos (Apêndice I)

(continua)

Quadro 13 – Previsão do cronograma da sequência didática (continuação)

Encontro	Quantidade de aulas (40 min cada) previstas	Procedimento metodológico	Instrumento
7º	2 aulas	Fazer a correção da atividade de aprofundamento da área do trapézio Aplicar a atividade experimental da área do losango Entregar a atividade de aprofundamento da área do losango como atividade extraclasse	(Slide interativo) Link disponível no roteiro da Atividade 6 Atividade de aprofundamentos (Apêndice J)
3ª etapa			
8º	2 aulas	Aplicar o pós-teste e questionário sobre a metodologia vivenciada.	Pós-teste (Apêndice D) Questionário da diagnose da metodologia (Apêndice E)

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A seguir, são apresentados os objetivos dos procedimentos que compõem a sequência didática.

4.2 OBJETIVOS

TCLE (Termo de Consentimento)

Garantir o cumprimento dos preceitos éticos da pesquisa por meio da coleta de assinaturas em termos de consentimento, estabelecendo o sigilo das identidades e a permissão para o uso dos resultados em publicações científicas.

Questionário socioeducacional:

Coletar os dados socioeducacionais dos alunos que nos forneçam dados pessoais, como a faixa etária, sexo, estado civil, se exerce alguma atividade remunerada, ..., questões sobre a atenção nas aulas de matemática, quem os ajuda nas tarefas escolares, ... e coletar o percentual dos estudantes que lembram de ter estudado área de figuras planas.

Pré-teste

Verificar o conhecimento inicial dos alunos sobre o assunto áreas de figuras planas e coletar os resultados para uma futura comparação com os resultados do pós-teste.

Atividade experimental: área do retângulo

Informar ao aluno a noção do que a área de um retângulo busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área de um retângulo.

Atividade experimental: área do quadrado.

Informar o aluno a noção do que a área de um quadrado busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área de um quadrado.

Atividade experimental: área do paralelogramo.

Informar ao aluno a noção do que a área de um paralelogramo busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área do paralelogramo.

Atividade experimental: área do triângulo

Informar ao aluno a noção do que a área de um triângulo busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área do triângulo.

Atividade experimental: área do trapézio

Informar o aluno a noção do que a área de um trapézio busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área do trapézio.

Atividade experimental: área do losango.

Informar o aluno a noção do que a área de um losango busca encontrar.

Redescobrir como determinar a área do losango.

Atividades de aprofundamento

Aprofundar e exercitar questões problemas referente aos polígonos (retângulo, quadrado, paralelogramo, triângulo, trapézio, losango).

Pós-teste

Verificar o conhecimento do aluno após a aplicação da atividade experimental sobre o assunto áreas de figuras planas.

Questionário do relato da experiência

Verificar sobre a satisfação do aluno sobre a metodologia aplicada (atividade experimental).

4.3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Nessa seção apresentaremos seis roteiros de atividades experimentais da área do: retângulo, quadrado, paralelogramo, triângulo, trapézio e losango que serão divididos em ficha técnica da atividade, orientações didáticas e procedimento para o aluno.

4.3.1 Atividade 1: área do retângulo

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do retângulo.
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre as medidas da base e da altura de um retângulo como meio para determinar a sua área.
- **Recursos Didáticos:** Material para escrita, roteiro de procedimentos para o aluno, atividade de aprofundamento e suporte visual via <https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQBUMmWj5nmOT7XOgWzhZpXJAeVd3dE1AqN77LvM5RMcNiA?e=TzGENB>

Orientações Didáticas (Professor)

Para a implementação desta atividade, o docente deve seguir as seguintes etapas:

1. **Organização:** Dividir a turma em grupos de 2 a 4 integrantes.
1. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 1.
2. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do retângulo.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um retângulo.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
3. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
4. **Socialização das Descobertas (Validação):** Após a conclusão, solicitar que um representante de cada grupo exponha as conclusões da equipe.
5. **Sistematização do Saber (Institucionalização):** Sanar lacunas conceituais e formalizar a relação $A = b \times h$ ou (base vezes altura).

Roteiro 1 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do retângulo

Instruções:

- Considere o lado do menor quadrado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Considere o menor quadrado como 1 unidade de área (u.a.).
- A partir da observação dos slides, preencha o quadro abaixo:

QUADRO DE REGISTRO

Retângulo	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
Comprimento (b)										
Altura (h)										
Área do retângulo (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Sem realizar a contagem individual dos quadrados, qual relação matemática você observa entre a altura e o comprimento para determinar a área de um retângulo?

Conclusão: Como podemos definir uma regra ou fórmula para encontrar a área de qualquer retângulo?

4.3.2 Atividade 2: área do quadrado

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do Quadrado.
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre os lados de um quadrado como meio para determinar a sua área.
- **Recursos Didáticos:** Material para escrita, roteiro de procedimentos para o aluno, atividade de aprofundamento e suporte visual via https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQB1HQtbMOjAQIdgXlIIW6_TATDMGWhfsX1SU-QxufUcI5U?e=DVHGxA.

Orientações Didáticas (Professor)

A condução desta atividade deve focar na percepção de que o quadrado é um caso particular de retângulo.

1. **Organização:** Dividir a turma em grupos de 2 a 4 integrantes.
2. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 2.
3. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do retângulo.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um retângulo.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
4. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
5. **Socialização das Descobertas (Validação):** Após a conclusão, solicitar que um representante de cada grupo exponha as conclusões da equipe.
6. **Sistematização do Saber (Institucionalização):** Sanar lacunas conceituais e formalizar a relação $A = \ell^2$ (ou lado vezes lado).
7. Finalizar o processo com a realização da atividade de aprofundamento voltada ao cálculo da área de retângulos e quadrados, disponível no Apêndice F.

Roteiro 2 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do quadrado

Instruções:

- Considere a medida do lado de um pequeno quadrado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Considere a superfície do pequeno quadrado como 1 unidade de área (u.a.).
- Utilize a projeção dos slides como base para preencher o quadro de medidas abaixo.

QUADRO DE REGISTRO

Quadrado	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Medida do lado 1 (ℓ)										
Medida do lado 2 (ℓ)										
Área do quadrado (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Sem realizar a contagem individual dos quadradinhos, qual relação matemática você observa entre os lados para determinar a área de um quadrado?

Conclusão: Como podemos definir uma regra ou fórmula para encontrar a área de qualquer quadrado?

4.3.3 Atividade 3: área do paralelogramo

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do Paralelogramo.
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre as medidas da base e da altura de um paralelogramo como meio para determinar a sua área.
- **Recursos Didáticos:** Material de escrita, roteiro de procedimentos, atividade de aprofundamento e suporte visual via <https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQDvulHtb8yyT6hwwolL2wKzhAfPS379MuHz7xUMstif2oHA?e=ApodKs>

Orientações Didáticas (Professor)

A condução desta atividade requer uma observação do aluno a perceber a decomposição de figuras geométricas.

1. **Organização:** Dividir a turma em grupos de 2 a 4 integrantes.
2. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 3.
3. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do paralelogramo.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um paralelogramo.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
4. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
5. **Socialização das descobertas (Validação):** Após a coleta de dados, solicitar que cada grupo apresente sua síntese sobre a relação observada entre as medidas lineares e a superfície total.
6. **Sistematização do Saber (Institucionalização):** Corrigir eventuais equívocos (especialmente na identificação da altura) e formalizar a relação $A = b \times h$ ou (base vezes altura).
7. Finalizar o processo com a realização da atividade de aprofundamento voltada ao cálculo do paralelogramo, disponível no Apêndice G.

Roteiro 3 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do paralelogramo

Instruções:

- Considere a medida do lado de um pequeno quadrado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Considere a superfície do pequeno quadrado como 1 unidade de área (u.a.).
- Acompanhe a sequência de slides e preencha as informações solicitadas no quadro abaixo.

QUADRO DE REGISTRO

Paralelogramo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Medida da Base (b)										
Medida da Altura (h)										
Área Total (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Ao analisar os dados coletados no quadro, qual relação matemática você consegue estabelecer entre a base e a altura do paralelogramo para chegar ao valor da área, sem precisar realizar a contagem individual das unidades internas?

Conclusão Final: Como você definiria uma regra geral ou fórmula que permita calcular a área de qualquer paralelogramo?

4.3.4 Atividade 4: área do triângulo

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do Triângulo.
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre as medidas da base e da altura de um triângulo como meio para determinar a sua área.
- **Recursos Didáticos:** Material de escrita, roteiro de procedimentos, atividade de aprofundamento e suporte visual via <https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQCS50FM64VRQZhgELMNu2QjASaBNBHDjBYngZKmKeO3tRg?e=wtZS0B>

Orientações Didáticas (Professor)

A condução desta atividade requer uma observação do aluno a perceber a composição de figuras geométricas.

1. **Organização:** Organizar a turma em equipes colaborativas (2 a 4 alunos).
2. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 4.
3. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do triângulo.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um triângulo.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
4. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
5. **Socialização das descobertas (Validação):** Promover um momento de debate onde os grupos exponham suas descobertas sobre o porquê da divisão por dois na fórmula final.
6. **Sistematização do saber (Institucionalização):** Corrigir possíveis falhas conceituais e formalizar a fórmula $A = \frac{b \times h}{2}$
7. Finalizar o processo com a realização da atividade de aprofundamento voltada ao cálculo da área de retângulos e quadrados, disponível no Apêndice H.

Roteiro 4 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do triângulo

Instruções:

- Considere a medida do lado de um pequeno quadrado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Considere a superfície do pequeno quadrado como 1 unidade de área (u.a.).
- Utilize a projeção dos slides para realizar as medições e complete o quadro de registros abaixo.

QUADRO DE REGISTRO

Triângulo (T)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Medida da Base (b)										
Medida da Altura (h)										
Área dos 2 triângulos congruentes										
Área de um triângulo (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Ao analisar os dados coletados no quadro, qual relação matemática você consegue estabelecer entre a base e a altura do polígono formado para encontrar a área de apenas um triângulo?

Conclusão: Com base em suas observações, como podemos definir uma regra ou fórmula geral que possa ser utilizada para calcular a área de qualquer triângulo?

4.3.5 Atividade 5: área do trapézio

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do Trapézio
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre as medidas das bases e da altura como meio para determinar a área de um trapézio.
- **Recursos Didáticos:** Material de escrita, roteiro de procedimentos para o aluno, atividade de aprofundamento e suporte visual via :
https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQAhaHcfw0_yQJ-6RjuZlklKAU86UnD3KAOQRriJokiHfko?e=GOY0Ja

Orientações Didáticas (Professor)

A mediação desta atividade deve conduzir o aluno a perceber como dois trapézios idênticos podem formar um paralelogramo, facilitando a compreensão da descoberta da relação.

1. **Organização:** Organizar a turma em equipes de 2 a 4 componentes para incentivar a troca de hipóteses e colaboração.
2. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 5.
3. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do trapézio.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um trapézio.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
4. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
5. **Socialização das descobertas (Validação):** Promover uma discussão coletiva onde representantes dos grupos expliquem a relação entre o "polígono formado" (paralelogramo) e o trapézio individual.
6. **Sistematização do saber (Institucionalização):** Corrigir possíveis falhas conceituais e formalizar a fórmula da área do trapézio de que $A = \frac{(B+b) \times h}{2}$
7. Finalizar o processo com a realização da atividade de reforço voltada ao cálculo da área de trapézios, disponível no Apêndice I.

Roteiro 5 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do trapézio

Instruções:

- Considere a medida do lado de um pequeno quadrado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Considere a superfície do pequeno quadrado como 1 unidade de área (u.a.).
- Utilize a base maior (B), a base menor (b) e a altura (h) conforme indicado nos slides para preencher o quadro abaixo.

QUADRO DE REGISTRO

Trapézio – Trap.	Trap . 1	Trap . 2	Trap . 3	Trap . 4	Trap . 5	Trap . 6	Trap . 7	Trap . 8	Trap . 9	Trap . 10
B										
b										
h										
B + b										
A área dos 2 trapézios semelhantes										
A área de um trapézio (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Ao analisar os dados coletados no quadro, qual relação matemática você observou entre as bases e a altura de um trapézio para encontrar a sua área?

Conclusão Final: Como podemos definir uma regra ou fórmula matemática para encontrar a área de qualquer trapézio?

4.3.6 Atividade 6: área do losango

Ficha Técnica da Atividade (Professor)

- **Título:** Investigação Geométrica: Área do Losango.
- **Objetivo Geral:** Descobrir a relação entre as medidas da diagonal maior e menor de um losango como meio para determinar a sua área.
- **Recursos Didáticos:** Material de escrita, roteiro de procedimentos para o aluno, atividade de aprofundamento e suporte visual via <https://1drv.ms/p/c/8facdd0cfa5c509a/IQAeadKB0WCmTJHNRss1QpTaAfvEmPgI32M9RqS6zZDIrvY?e=ptzuUC>.

Orientações Didáticas (Professor)

A condução desta atividade requer uma observação do aluno a perceber a decomposição de figuras geométricas.

1. **Organização:** Organizar os estudantes em equipes de 2 a 4 integrantes para favorecer a troca de hipóteses.
2. **Apresentação:** Orientar o procedimento para o aluno, disponível no Roteiro 6.
3. **Condução:**
 - Revisar as características geométricas do losango.
 - Orientar o conceito do que buscamos calcular com a área de um losango.
 - Orientar o preenchimento no quadro de registro conforme as imagens forem exibidas.
4. **Análise:** Após os registros, orientar os estudantes a registrarem as suas observações e conclusões de acordo com as suas descobertas.
5. **Socialização das descobertas (Validação):** Solicitar que representantes de cada grupo exponham suas observações sobre a relação entre o retângulo "molde" e o losango interno.
6. **Sistematização do saber (Institucionalização):** Sistematização (Institucionalização): Corrigir possíveis falhas conceituais e formalizar a fórmula $A = \frac{D \times d}{2}$.
7. Finalizar o processo com a realização da atividade de reforço voltada ao cálculo da área de losangos, disponível no Apêndice J.

Roteiro 6 – Procedimento para o aluno

Investigação Geométrica: Área do losango

Instruções:

- Considere a Diagonal Maior (D) e a Diagonal Menor (d) como as dimensões principais.
- Considere a superfície do pequeno quadrado como 1 unidade de área (u.a.) e seu lado como 1 unidade de comprimento (u.c.).
- Acompanhe a projeção e preencha as medidas correspondentes no quadro abaixo.

QUADRO DE REGISTRO

Losango – L	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
D (diagonal maior)										
d (diagonal menor)										
medida do comprimento do retângulo formado										
Medida da altura do retângulo formado										
A medida da área do losango (A)										

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base nos dados coletados e nas descobertas realizadas, responda às questões propostas:

Observação: Ao comparar as medidas das diagonais (D e d) com a área total do losango, qual operação matemática você identifica que permite chegar ao valor da área sem contar os quadradinhos um a um? O que acontece com o resultado do produto para que ele corresponda à área de apenas um losango?

Conclusão: Com base no que foi observado sobre o retângulo formado ao redor do losango, como podemos definir uma regra ou fórmula para calcular a área de qualquer losango?

Apoiado nos estudos de Sá (2014), este tópico apresenta as dificuldades antecipadas e os objetivos de desempenho para os estudantes diante das tarefas delineadas nesta pesquisa.

Na atividade 1 (área do retângulo), os discentes possivelmente não terão dificuldades no decorrer da sequência de slides e observarão que eles não precisam ficar contando os quadradinhos para achar a área total da figura, pois eles observarão que a área total é a multiplicação da medida do comprimento com a medida da altura.

Na atividade 2 (área do quadrado), os discentes possivelmente sejam mais rápidos com as ações devido à atividade anterior, pois a aula seguirá o mesmo raciocínio. No decorrer da sequência de slides, os alunos observarão que eles não precisam ficar contando os quadradinhos para achar a área total da figura; eles observarão que a área total é a multiplicação da medida de dois lados, e observarão que os lados são iguais.

Na atividade 3 (área do paralelogramo), os discentes possivelmente terão dificuldades de contar os quadradinhos, devido ao paralelogramo não possuir quadradinhos por inteiro. Por esse motivo, a professora mediará, perguntando: "E se nós decomposermos esse paralelogramo?" Esperamos que os alunos percebam que parte do paralelogramo pode ser retirada e aplicada do outro lado do paralelogramo, transformando-o assim em retângulo, e que percebam que a área de um paralelogramo é equivalente à de um retângulo, pois só foram mudadas de lugar as peças.

Na atividade 4 (área do triângulo), temos a conjectura de que os discentes enfrentarão um problema de contagem, pois as técnicas que eles usaram nas atividades anteriores não os permitirão contar a área total. Por este motivo, a professora mediará, perguntando: "E se nós duplicarmos o triângulo com uma figura com um polígono congruente?" Espera-se que os alunos utilizem a composição de um retângulo, formado por dois triângulos semelhantes, como estratégia para facilitar a visualização da área. Assim, devem deduzir que a medida da superfície de um único triângulo equivale à metade da área do retângulo obtido.

Na atividade 5 (área do trapézio), antecipa-se que os discentes possivelmente devam revelar um desafio maior em comparação às atividades anteriores, devido à presença de duas bases na estrutura do trapézio. Contudo, ao recuperarem a lógica de manipulação de peças equivalentes aplicada ao triângulo, projeta-se que os estudantes tenham facilidade em compor um paralelogramo a partir de dois trapézios semelhantes. Dessa forma, busca-se que os discentes percebam que a área do polígono resultante segue a regra da atividade experimental do paralelogramo, sendo calculada por meio da multiplicação entre a medida da sua base e a sua respectiva altura. E que a base do paralelogramo que será formado é composta por base maior (B) mais a base menor (b), portanto a área desse paralelogramo ficará $(B+b) \times h$, e para

achar a área total de apenas um desses trapézios que são semelhantes, basta dividir por 2 essa área do paralelogramo formado.

Na atividade 6 (área do losango), antecipa-se que os discentes enfrentem desafios significativos, uma vez que o losango possui propriedades geométricas para o cálculo da área que divergem dos polígonos examinados anteriormente. A expectativa é que, ao utilizarem a estratégia de decomposição — de forma análoga à execução na atividade do paralelogramo —, os alunos consigam converter o losango do primeiro *slide* em um retângulo equivalente. Como possivelmente eles tenham dificuldades de percepção, a professora mediará dizendo: "E se dividirmos esse losango em quatro triângulos semelhantes?" Esperamos que eles percebam que é possível transformar esse losango em um retângulo e que a base desse retângulo é a diagonal maior e que a altura é a diagonal menor dividida por 2.

4.4 ANÁLISE A PRIORI DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esta seção dedica-se à exposição de duas análises a priori da sequência didática: a primeira debruça-se sobre os instrumentos de avaliação inicial e final de um pré e pós-teste (Apêndice D), enquanto a segunda examina as propostas experimentais que compõem a intervenção. Essa análise “permite ao pesquisador antecipar as ações e as reações dos alunos diante das situações propostas, bem como prever as intervenções do professor e os possíveis obstáculos que podem surgir no processo de aprendizagem” (Almouloud, 2007, p. 176). Sob tal perspectiva, a investigação preliminar das atividades torna-se um pilar indispensável para a base desta investigação.

4.5 ANÁLISE A PRIORI DOS ITENS DO PRÉ/PÓS-TESTE

Neste tópico, apresenta-se a análise preliminar dos itens do pré/pós-teste (Apêndice D), que servirá de suporte pedagógico na mensuração do aprendizado durante a estruturação dos dados da investigação posterior. Tal categorização fundamentou-se nos processos cognitivos da Taxonomia de Bloom revisada (Ferraz, Belhot, 2010), já detalhada anteriormente, e no tipo do conhecimento (Quadro 14).

Quadro 14- Dimensão do tipo de conhecimento

Efetivo/Factual	Relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento.
Conceitual	Relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir.
Procedimental	Relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas.
Metacognitivo	Relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo.

Fonte: Ferraz, Belhot (2010, p. 428)

Seguindo o referencial bidimensional proposto por Trevisan e Amaral (2016), as questões foram classificadas no Quadro 15 e identificadas pelas siglas Q1 a Q8, visando aperfeiçoar o exame dos dados.

Quadro 15 – Forma bidimensional do pré/pós-teste

Dimensão do processo cognitivo	Dimensão do tipo de conhecimento			
	Efetivo/factual	Conceitual	Procedimental	Metacognitivo
Lembrar	Q1			
Entender		Q2		
Aplicar			Q4, Q5, Q6, Q7, Q8	
Analisar			Q3	
Avaliar				
Criar				

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Em relação às questões Q4 a Q8, inseridas na categoria aplicar, projeta-se que os discentes apresentem dificuldades iniciais no uso de fórmulas durante o pré-teste, uma vez que a diagnose apontou lacunas no conhecimento prévio sobre geometria plana. Contudo, espera-se que a intervenção experimental facilite a retenção desses processos, visto que a construção dos conceitos ocorreu de forma empírica, priorizando a análise e a execução de cálculos de área. Para a Q1, que demanda apenas o reconhecimento de simbologias de unidades de medida (nível de recordação), antecipa-se um desempenho satisfatório que deve evoluir no pós-teste. De igual modo, na Q2, prevê-se facilidade, dado o bom rendimento identificado na fase diagnóstica sobre o tema. Por outro lado, a Q3 representa um desafio analítico superior; nela, os alunos podem enfrentar obstáculos na execução de algoritmos e na interpretação de problemas práticos complexos, corroborando a literatura que indica dificuldades na aplicação de competências em áreas de figuras planas.

Após a análise dos itens do pré-teste, daremos sequência à segunda etapa da sequência didática com atividades experimentais por redescoberta e reaplicaremos o mesmo teste inicial (pós-teste). Espera-se que o aluno, após a SD, execute os passos com confiança, demonstrando que consegue transferir o conhecimento do cálculo de área para uma resolução de problema que exige interpretação e planejamento da solução.

4.6 ANÁLISE A PRIORI DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Nessa seção contém informações sobre as possíveis previsões das observações (Quadro 16) e das conclusões (Quadro 17), consideradas válidas e desejadas, válidas e não desejadas, parcialmente válidas, parcialmente inválidas e inválidas das atividades experimentais que serão aplicadas em uma sequência didática. Essas atividades são por redescoberta de como determinar as áreas dos polígonos de um quadrado, retângulo, paralelogramo, triângulo, losango e trapézio.

Quadro 16 – Determinação das observações

Área do polígono	Válida e desejadas	Válida e não desejadas	Parcialmente válida	Inválida
Quadrado	-Para chegar a área de um quadrado e não ter que contar os quadrados a gente só precisa multiplicar a medida de lado por ele mesmo. -Eu entendi que multiplicar o lado com o outro lado chega à medida da área.	-Não precisamos contar os quadradinhos para achar a área, basta multiplicar os seus lados. -A quantidade de quadradinhos pode ser encontrada multiplicando a quantidade de dois lados do quadrado.	-Ao invés de contar é só multiplicar. -Para encontrar a área é só contar a quantidade de quadradinhos dentro do quadrado.	-Para encontrar a área é só contar a quantidade de quadradinho de um dos lados do quadrado. -Precisamos sempre contar os quadradinhos.
Retângulo	- Para chegar a área de um retângulo e não ter que contar os quadrados a gente só precisa multiplicar a medida do comprimento pela medida da sua altura. - Eu entendi que multiplicar o lado com o outro lado chega à medida da área.	-A quantidade de quadradinhos pode ser encontrada multiplicando as medidas de dois lados do retângulo. -A quantidade de quadradinhos pode ser encontrada multiplicando a quantidade de dois lados do retângulo.	-Para encontrar a área do retângulo é só contar a quantidade de quadradinhos dentro do quadrado. -A multiplicação é uma forma de medir a área.	-Para encontrar a área é só contar a quantidade de quadradinho de um dos lados do retângulo. -Precisamos sempre contar os quadradinhos.

(continua)

Quadro 16 – Determinação das observações (continuação)

Área do polígono	Válida e desejadas	Válida e não desejadas	Parcialmente válida	Inválida
Paralelogramo	-Ao dividirmos um paralelogramo e formamos com ele um retângulo eles terão áreas iguais. -Observamos que basta multiplicar a base vezes a altura para obter o resultado.	-A área de um paralelogramo é igual a área de um retângulo se as suas bases e alturas forem iguais.	-Para encontramos a área de um paralelogramo devemos contar a quantidade de quadradinho em seu interior. -A área de um paralelogramo é igual a área de um retângulo.	-A área de um paralelogramo é a mesma área de outro polígono. -A área de um paralelogramo é sempre igual a de um retângulo.
Triângulo	-Dois triângulos congruentes formam um paralelogramo, então a área do triângulo é a metade da área desse paralelogramo.	-Dois triângulos iguais formam um paralelogramo ou um retângulo ou um quadrado.	-Para achar a área de um triângulo, precisamos saber a área de um retângulo e dividir por 2.	-A área de um triângulo é igual a base vezes altura. -Precisamos sempre de 2 triângulo iguais pra saber a área de um triângulo.
Losango	-A base do retângulo formado é igual a diagonal maior e a altura é igual a diagonal menor dividido por 2, então a área será a multiplicação da diagonal maior x diagonal menor dividido por 2.	-Podemos transformar um losango em um retângulo para provar que as áreas são iguais.	-A área de um losango é formada por 4 triângulos.	-A área de um losango é igual a área do retângulo. -Para achar a área basta multiplicar as diagonais.
Trapézio	-A base do paralelogramo formado a partir de 2 trapézios tem base igual a $B+b$, como são 2 trapézios temos que dividir por 2 a sua área.	-A área de um losango é a metade da área do retângulo. -Dois trapézios congruentes “iguais” formam um paralelogramo.	-Dois trapézios sempre formam um paralelogramo.	-A área de um trapézio é igual a área de um paralelogramo. -Para achar a área do trapézio precisamos de 2 trapézios.

✓Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 17 – Determinação do resultado desejado das conclusões

Área do polígono	Válida e desejadas	Válida e não desejadas	Parcialmente válida	Inválida	
Quadrado	A área de um quadrado é a potenciação de um lado dele ao quadrado.	A área de um quadrado é a multiplicação da medida do seu comprimento vezes a medida de sua altura.	A área de um quadrado é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no quadrado.	A área de um quadrado é a soma de todos os seus lados.	A área de um quadrado é a soma das medidas de dois lados.

(continua)

Quadro 17 – Determinação do resultado desejado das conclusões (continuação)

Área do polígono	Válida e desejadas	Válida e não desejadas	Parcialmente válida	Inválida	
	A área de um quadrado é preciso apenas multiplicar lado x lado.	A área de um quadrado é a multiplicação do lado com o lado.	A área do quadrado ao invés de contar é só multiplicar.	A área de um quadrado é a multiplicação do lado dele vezes 2 vezes.	
	$A = L^2$ ou $A = L \times L$	$A = b \times h$ ou $A = C \times L$ C (comprimento) e L (largura)	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = L + L + L + L$	$A = L + L$
Retângulo	A área de um retângulo é a multiplicação da medida do comprimento vezes a medida de sua altura.	A área é a multiplicação do comprimento e da altura.	A área de um retângulo é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no retângulo.	A área de um retângulo é a soma de todos os seus lados.	A área de um retângulo é a soma das medidas do comprimento e da altura.
	$A = b \times h$	$A = L1 \times L2$	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = L1 + L2 + L3 + L4$	$A = b + h$
Paralelogramo	A área de um paralelogramo é a multiplicação da medida do comprimento vezes a sua altura.	A área de um paralelogramo é igual a de um retângulo.	A área de um paralelogramo é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no paralelogramo.	A área de um paralelogramo é a da medida do comprimento vezes o seu lado.	A área de um paralelogramo é soma da medida do comprimento e da sua altura.
	$A = \text{base} \times \text{altura}$ ou $A = b \times h$	A área de um paralelogramo é a multiplicação do comprimento vezes a largura.	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = b \times l$	$A = b + h$
Triângulo	A área de um triângulo é a multiplicação da medida do comprimento vezes a altura dividido por 2.	A área de um triângulo é igual a área de um retângulo dividido por 2.	A área de um triângulo é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no triângulo.	A área de um triângulo é a soma de todos os seus lados.	A área de um triângulo é a soma das medidas do comprimento e da altura.
	$A = (b \times h)/2$	$A = b \times h : 2$	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = L1 + L2 + L3$	$A = b \times h$
Losango	A área de um losango é o resultado da multiplicação da diagonal maior vezes a sua diagonal menor, dividido por 2.	A área de um losango é igual a de um paralelogramo.	A área de um losango é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no losango.	A área de um losango é o resultado da multiplicação da diagonal maior vezes a sua diagonal menor. - A área de um losango é soma da medida de seus lados.	A área de um losango é soma da medida de suas diagonais.

(continua)

Quadro 17 – Determinação do resultado desejado das conclusões (continuação)

Área do polígono	Válida e desejadas	Válida e não desejadas	Parcialmente válida	Inválida	
	$A = (D \times d)/2$	$A = D \times d : 2$	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = D \times d$ $A = L1 + L2 + L3 + L4$	$A = D + d$
Trapézio	A área de um trapézio é o resultado da soma de suas bases vezes a sua altura, dividido por 2.	A área de um trapézio é igual a de um paralelogramo.	A área de um trapézio é a soma de todas as áreas dos quadradinhos composta no trapézio.	A área de um trapézio é soma da medida de seus lados.	A área de um trapézio é a da medida do comprimento vezes a sua altura.
	$A = (B+b) \times h / 2$	$A = B + b \times h : 2$	$A = A1 + A2 + A3 + A4 \dots An$	$A = L1 + L2 + L3 + L4$	$A = b \times h$

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ao término de cada atividade experimental, será fornecida ao estudante uma atividade de aprofundamento. Tal exercício deverá ser realizado em ambiente domiciliar, sendo posteriormente discutido e corrigido em classe para o esclarecimento de eventuais dúvidas.

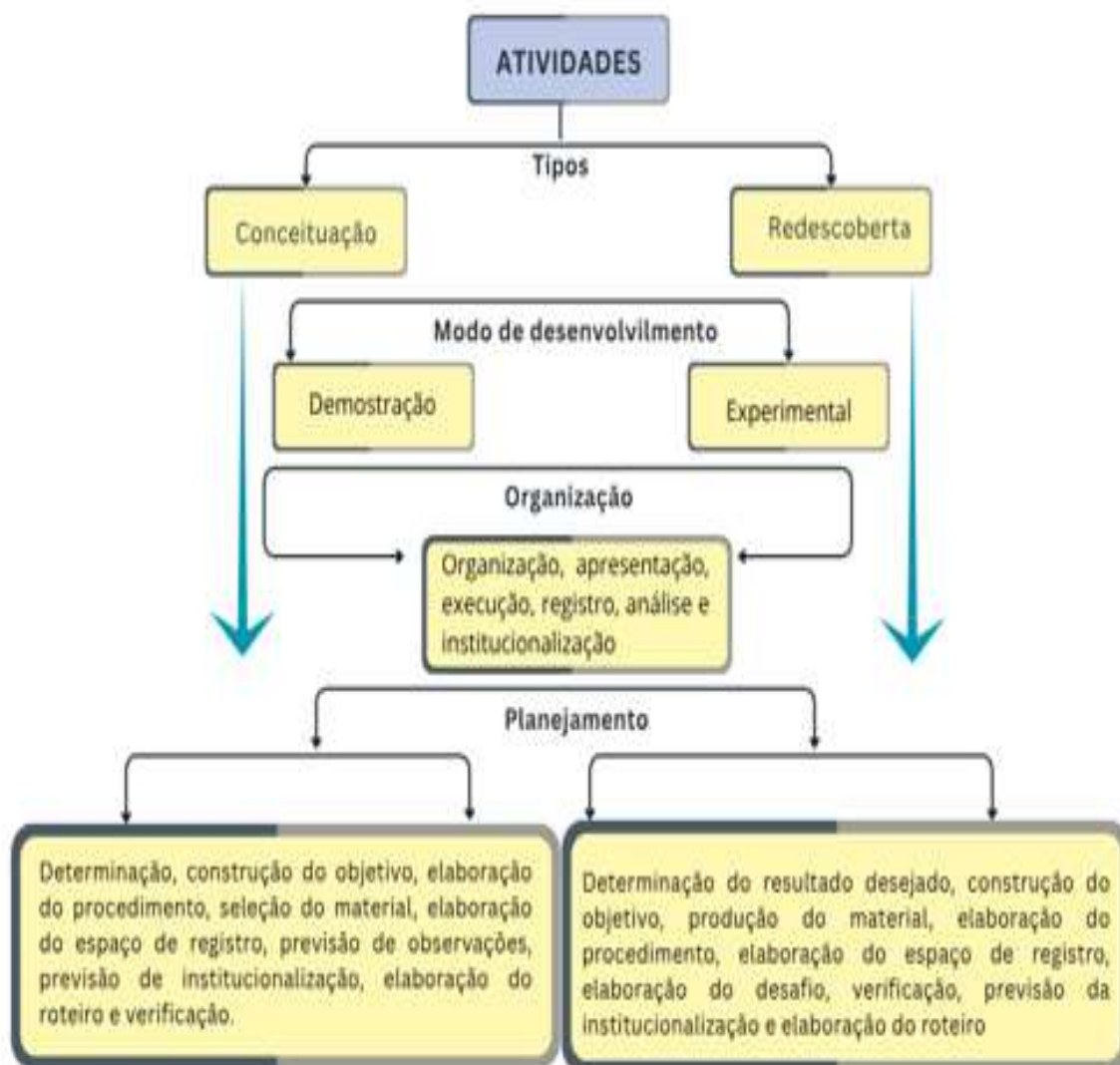
4.7 ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO

A aplicação de situações-problema para os alunos da EJA aproxima os estudantes de seu cotidiano, variando conforme cada grupo; por isso, é importante realizar uma avaliação diagnóstica que valorize o conceito em seu dia a dia. Essa organização metodológica fundamenta-se na premissa de que o ensino "sempre exige um momento destinado à prática do conhecimento adquirido para aprofundar ou mesmo internalizar o novo conhecimento" (Sá, 2019, p. 52), reforçando que a etapa de experimentação deve ser complementada por tarefas que garantam a efetiva fixação dos conceitos explorados. Propomos cinco atividades de aprofundamento (Apêndices F a J), na etapa final de cada atividade experimental da SD, que abrange o estudo do triângulo, paralelogramo, trapézio e losango. Além disso, há uma abordagem unificada para quadrado e retângulo — opção adotada por compreender que o quadrado se configura como um caso particular de retângulo.

5 EXPERIMENTAÇÃO

5.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A metodologia de ensino utilizada na etapa da experimentação foi o Ensino de Matemática por Atividades Experimentais, que, segundo Sá (2024, p. 155), é uma proposta metodológica que se define por: “um processo didático desenvolvido por meio da realização de tarefas, envolvendo material concreto ou ideias, elaboradas pelo professor com o objetivo de levar estudantes ao encontro com um conhecimento/conteúdo matemático específico”. Esta metodologia de ensino passa por algumas etapas da técnica, como podemos observar no fluxograma a seguir:



Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Sá (2019, p. 17-38).

A categorização das atividades experimentais está detalhada nos Quadros 18 a 21, tendo como referência a experimentação conduzida ao longo do estudo.

Quadro 18 – Classificação quanto aos tipos de atividades

Tipo	Definição	Experimentação da pesquisa
Conceituação	Leva o aluno a definição de certo objeto matemático	Não se enquadra
Redescoberta	Leva o aluno a perceber alguma relação ou propriedade de determinado objeto.	Análise a priori: O aluno percebeu algumas relações para determinar a área das figuras planas de um: retângulo, quadrado, paralelogramo, triângulo, trapézio, losango.

Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Sá (2019, p. 17).

Quadro 19 – Classificação quanto ao modo de desenvolvimento

Modo de desenvolvimento	Definição	Experimentação da pesquisa
Demonstração	O professor executa os experimentos e os alunos registram as observações.	Análise a priori: a professora/ pesquisadora executou os experimentos através de artefatos (slides) e os alunos registraram as observações.
Experimental	Os alunos executam os experimentos que serão mediados pelo docente	Não se enquadra

Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Sá (2019, p. 17-18).

Quadro 20 – Classificação quanto a organização

Organização	Definição	Experimentação da pesquisa
Organização	Essa etapa é organizada em equipes entre 2 a 4 participantes	Forma organizadas equipes entre 2 a 4 participantes.
Apresentação	O professor irá orientar e apresentar a atividade	O professor orientou e apresentou a atividade.
Execução	É o momento em que o aluno executa a atividade didática	O aluno executou a atividade didática, testou hipóteses.
Registro	O aluno sistematiza as informações, registrando as etapas	O aluno registrou as informações de cada slide no quadro de procedimento do aluno (impresso) que foi entregue a cada equipe.
Análise	O aluno analisa as informações registradas e tira uma relação válida, registrando no papel.	O aluno analisou as informações registradas e tirou uma relação nas observações e conclusões das etapas, registrando as no papel.
Institucionalização	- Na Conceituação: O docente intervém diretamente partindo das observações das equipes. - Na redescoberta: É a conclusão oral das relações registradas de cada representante das equipes.	Foi efetivada a redescoberta: um representante do grupo fez a conclusão de suas observações via oral, para a turma, e o professor fez as suas observações, universalizou o saber, retirou possíveis equívocos e dúvidas.

Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Sá (2019, p. 18-21).

Como a etapa de experimentação se baseia em um processo de redescoberta, seguimos o modelo de planejamento organizado no Quadro 21.

Quadro 21 – Classificação quanto ao planejamento de uma atividade de redescoberta

Planejamento	Definição	Experimentação da pesquisa
Determinação do resultado desejado	É o momento que o docente planeja alguma relação ou propriedade de determinado objeto.	A professora/pesquisadora planejou a relação existente entre o cálculo de área de quadriláteros e triângulos.
Construção do objetivo	É o momento em que a docente objetiva o resultado do processo.	A professora/pesquisadora objetivou o resultado do processo da SD.
Produção do material	O professor descreve todos materiais que cada equipe utilizará durante o processo.	A professora/pesquisadora descreve todos materiais que cada equipe utilizará durante o processo no procedimento para o professor.
Elaboração do procedimento	É o momento em que o docente deve elaborar as ações.	A professora/pesquisadora elaborou as ações para o procedimento do aluno na SD.
Elaboração do espaço de registro	É o momento em que o aluno registra todos as suas etapas.	O aluno registrou todas as etapas dos slides e depois fez a sua observação e conclusão.
Elaboração do desafio	Este momento em que o professor elabora uma questão aos estudantes no final dos procedimentos para que ele possa fazer uma relação com os registros observados.	Foi entregue as atividades de aprofundamento a cada atividade, para que o aluno possa fazer uma relação com o seu cotidiano.
Verificação	O professor deve ser organizado observando se roteiro elaborado é possível chegar a conclusões satisfatórias ou se há necessidade de mudanças.	A professora/pesquisadora teve que fazer algumas mudanças de roteiro, pois houveram situações na sala de aula.
Previsão da institucionalização	O professor elabora uma questão intencionada ao objetivo e relacionada a descoberta do aluno. E depois os representantes das equipes irão expor as conclusões para a turma.	A professora/pesquisadora elaborou uma questão intencionada ao objetivo e relacionada a descoberta do aluno. E depois os representantes das equipes foram expor as conclusões para a turma.
Elaboração do roteiro	O professor define o: título, objetivo, material, procedimento, espaço de registro, espaço de conclusão.	A professora/pesquisadora definiu o: título, objetivo, material, procedimento, espaço de registro e de conclusão.

Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base em Sá (2019, p.21-24).

Considerando os procedimentos apresentados, a abordagem didática adotada na fase de experimentação caracterizou-se como uma atividade experimental de redescoberta, pautada na demonstração.

5.2 CRONOGRAMA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O cronograma a seguir trata-se de um registro de cada encontro da sequência didática que aplicamos na etapa de experimentação. O Quadro 22 sistematizará os procedimentos, data e quantidade de aulas que usamos em cada encontro.

Quadro 22 – Cronograma de execução da sequência didática

Encontro	Quantidade de aulas utilizadas (40 min cada)	Procedimento metodológico	Instrumento	Data
1ª etapa				
1º	2 aulas	Aplicação dos instrumentos: TCLE Aplicação de um questionário socioeducacional via <i>Google Forms</i> .	TCLE (Anexo B) Questionário socioeducacional via <i>Google Forms</i> .	05/08/2025
2º	2 aulas	Roda de conversa e aplicação do questionário socioeducacional via impresso.	Questionário socioeducacional, (Apêndice B)	06/08/2025
3º	2 aulas	Aplicação do pré-teste	Teste impresso (Apêndice D)	25/11/2025
4º	2 aulas	Aplicação do pré-teste para os ausentes do encontro anterior	Teste impresso (Apêndice D)	26/11/2025
2ª etapa				
5º	2 aulas	Aplicação da 1ª atividade – Área do retângulo	Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 1	26/11/2025
6º	2 aulas	Aplicação da 2ª atividade – Área do quadrado	Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 2 Atividade de aprofundamentos (Apêndice F)	27/11/2025
7º	2 aulas	Aplicação da 3ª atividade – Área do paralelogramo	Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 3 Atividade de aprofundamentos (Apêndice G)	02/11/2025
8º	2 aulas	Aplicação da 4ª atividade – Área do triângulo	Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 4 Atividade de aprofundamentos (Apêndice H)	03/11/2025
9º	3 aulas	Aplicação da 5ª atividade – Área do trapézio	(Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 5. Atividade de aprofundamentos (Apêndice I)	09/12/2025

(continua)

Quadro 22 – Cronograma de execução da sequência didática (continuação)

Encontro	Quantidade de aulas utilizadas (40 min cada)	Procedimento metodológico	Instrumento	Data
10º	2 aulas	Aplicação da 6ª atividade – Área do losango	Slide disponível pelo Link disponível no roteiro da Atividade 6 Atividade de aprofundamentos (Apêndice J)	10/12/2025
3ª etapa				
11º	3 aulas	Aplicação do pós-teste e questionário sobre a metodologia vivenciada	Pós-teste (Apêndice D) Questionário da diagnose da metodologia (Apêndice E)	12/12/2025
12º	3 aulas	Aplicação do pós-teste e questionário sobre a metodologia vivenciada para os alunos ausentes no encontro anterior	Pós-teste (Apêndice D) Questionário da diagnose da metodologia (Apêndice E)	16/12/2025

Fonte: Elaborado pela autora (2025), dados da experimentação (2025).

A quantidade de encontros da nossa experimentação divergiu do nosso planejamento por motivos que serão especificados nos relatos dos encontros das próximas sessões.

5.3 PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES

A produção das informações foi gerada por meio de um questionário socioeducacional, pré-teste, atividades experimentais, pós-teste e um questionário de satisfação sobre a metodologia aplicada.

Por questões éticas, a direção escolar foi informada e autorizou a realização dessa atividade com os estudantes da 4ª etapa da EJA do turno da noite, facilitando a comunicação com os outros professores para contribuírem com esta investigação, cedendo suas aulas caso necessário. Para garantir a clareza deste estudo, os alunos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B), em que permitiam participar de uma investigação por uma tomada consciente de que estavam participando de um estudo científico. Os dados foram coletados nestas instituições no período de agosto a dezembro de 2025.

5.4 ENCONTROS

Os dados relativos à frequência dos estudantes estão organizados no Quadro 23. Com o objetivo de assegurar o sigilo ético e o anonimato, os participantes foram codificados como E1, E2, sucessivamente até o E38, respeitando a ordem alfabética da lista de chamada. Embora a turma tivesse 38 matriculados, contamos para os dados dos resultados com apenas 20 participantes (66%); os demais (identificados em vermelho) foram excluídos por não atingirem a frequência mínima exigida. No quadro, a cor azul sinaliza os encontros destinados às atividades experimentais. Para o registro, adotou-se a legenda: P (presença), F (falta) e FJ (falta justificada), sendo esta última aplicada aos casos em que o estudante já havia integralizado a atividade em momento anterior.

Quadro 23 – Frequência dos pesquisados

Est.	1º enc.	2º enc.	3º enc.	4º enc.	5º enc.	6º enc.	7º enc.	8º enc.	9º enc.	10º enc.	11º enc.	12º enc.	% de frequência nas atividades
	3 de agosto	6 de agosto	25 de nov.	25 de nov.	26 de nov.	27 de nov.	02 de dez.	03 de dez.	09 de dez.	10 de dez.	12 de dez.	16 de dez.	
E1	F	F	F	F	F	F	F	P	F	F	F	F	17%
E3	FJ	P	F	P	F	F	F	P	F	P	P	FJ	33%
E6	F	F	F	F	F	F	F	F	P	F	F	F	17%
E7	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	P	P	P	FJ	100%
E8	F	F	F	F	F	F	F	F	P	F	F	F	17%
E9	FJ	P	F	P	P	P	F	P	P	F	P	FJ	67%
E10	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	F	F	P	FJ	67%
E11	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	P	P	P	FJ	100%
E16	P	FJ	F	P	P	P	F	P	P	P	FJ	P	83%
E17	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	P	P	P	FJ	100%
E19	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	F	F	P	FJ	67%
E20	FJ	P	P	FJ	P	F	P	P	F	P	FJ	P	67%
E21	FJ	P	F	P	P	P	F	P	P	P	P	FJ	83%
E22	P	FJ	P	FJ	P	F	F	P	P	P	FJ	P	67%
E23	FJ	P	P	FJ	P	F	P	F	P	F	P	FJ	50%
E24	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	P	F	17%
E27	P	FJ	F	P	P	P	P	P	P	P	P	FJ	100%
E28	P	FJ	F	P	P	F	P	P	P	P	P	FJ	83%
E29	F	P	F	P	F	F	P	P	P	P	P	FJ	67%

(continua)

Quadro 23 – Frequência dos pesquisados (continuação)

Est.	1º enc.	2º enc.	3º enc.	4º enc.	5º enc.	6º enc.	7º enc.	8º enc.	9º enc.	10º enc.	11º enc.	12º enc.	% de frequência nas atividades
	3 de agosto	6 de agosto	25 de nov.	25 de nov.	26 de nov.	27 de nov.	02 de dez.	03 de dez.	09 de dez.	10 de dez.	12 de dez.	16 de dez.	
E30	P	FJ	P	FJ	P	P	P	P	P	P	P	FJ	100%
E34	F	F	F	F	P	F	F	F	F	F	F	F	17%
E35	FJ	P	P	FJ	F	P	P	P	P	P	P	FJ	83%
E36	P	FJ	F	P	F	P	P	P	P	P	FJ	P	83%
E37	P	FJ	F	P	P	F	P	F	F	F	FJ	P	33%
E38	F	P	F	P	F	F	F	F	P	P	FJ	P	33%
Total de alunos presentes	12	8	10	10	16	12	14	18	17	16	14	5	

Fonte: Elaborado pela autora (2025), frequência da experimentação (2025).

Os relatos dos encontros foram coletados por meio de observações da pesquisadora, que serão descritos a seguir.

5.4.1 Primeiro encontro

O primeiro momento com os estudantes da experimentação começou no dia 5 de agosto de 2025, começando com a coleta das assinaturas do TCLE e com o preenchimento do formulário de diagnóstico socioeducacional via *Google Forms*. Apesar da colaboração da representante de turma em distribuir o link pelo *WhatsApp*, o processo enfrentou obstáculos devido a alguns alunos não terem habilidade digital, não possuírem aparelhos celulares ou conexão à rede. Somado a isso, a falta de retorno do formulário digital dos estudantes que não compareceram presencialmente à aula naquele dia também prejudicou o volume de dados coletados.

5.4.2 Segundo encontro

Em virtude do baixo comparecimento estudantil no dia 6 de agosto de 2025 (apenas 40% da turma), a aplicação do pré-teste foi reprogramada para depois das férias. Para aproveitar o encontro com os alunos que compareceram, realizou-se um diálogo sobre a importância deste estudo. Na mesma ocasião, visando solucionar as dificuldades encontradas com o formulário on-line no encontro anterior, a pesquisadora disponibilizou o questionário socioeducacional em formato físico (Apêndice B), permitindo que fosse respondido manualmente naquele momento.

Após esse diálogo, os alunos ficaram ansiosos pela atividade experimental a que eles iriam ser submetidos. A chefe de turma também ajudou com o chamado de retorno via WhatsApp devido à ausência de alguns alunos.

5.4.3 Terceiro e quarto encontro

O ano de 2025 foi atípico devido a Belém ter sido escolhida como sede da 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, mais conhecida como COP30, no período entre os dias 10 e 21 de novembro de 2025. Por esse fato histórico, o governo da cidade concedeu as férias escolares entre 5 e 23 de novembro de 2025.

Após o retorno das férias, como acordado com os alunos, aplicamos o pré-teste no dia 25/11/2025 como forma de verificar o conhecimento prévio sobre a área de figuras planas.

Devido à baixa frequência do retorno dos alunos, reaplicamos o teste no dia 26/11/2025 para os ausentes do dia anterior. Como houve um diálogo no encontro anterior, os estudantes não tentaram colar e nem se sentiram ameaçados caso deixassem todas as questões em branco ou as errassem. Todavia, a percepção da turma foi de que as questões eram de alta complexidade, havendo uma entrega precoce dos exames sob a justificativa de falta de conhecimento. De acordo com Sá (2021, p.12), essa resistência ratifica que a atividade proposta nesse momento classificou-se como um problema real, definido pelo autor como uma situação que o aprendiz não consegue resolver de imediato.

5.4.4 Quinto encontro

Em 26 de novembro de 2025, durante o quinto encontro, demos início ao uso de atividades experimentais sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas (TSD). De acordo com Suleiman (2015, p. 201), essa perspectiva “está ancorada na busca das condições necessárias à efetivação da aprendizagem, desenvolvendo a noção de engenharia didática (então origem e causa da teoria), como a criação de situações que delimitam uma ação e um dos modelos usados”. Esse método está dividido em 4 etapas: “Ação, Formulação, Validação, Institucionalização” e efetivado por meio de Contratos Didáticos que se refere

[...] às obrigações mais imediatas e recíprocas que se estabelecem entre o professor e alunos. Por certo, as ramificações dessas obrigações se estendem e se multiplicam para fora do espaço físico da sala de aula, revelando a multiplicidade de influências inerentes ao contexto escolar. Uma das características do contrato didático é o fato de

suas regras nem sempre estarem explicitadas claramente na relação pedagógica. (Pais, 2015, p. 14).

Esses contratos didáticos referenciados pelo autor não são assinados, mas são aceitos de maneira implícita. Um exemplo deste momento ocorreu com o aluno E21, que mencionou participar da investigação apenas pela consideração à docente (pesquisadora); ele justificou que, apesar de problemas pessoais e da falta de motivação imediata, empenhar-se-ia em colaborar.

Para iniciar a atividade experimental, a pesquisadora pediu que eles formassem grupos entre 2 a 4 pessoas. Esses grupos eram para ser permanentes em todas as atividades. Como alguns alunos foram ausentes, modificamos alguns integrantes conforme a presença do dia.

O Quadro 24 é a organização dos grupos da atividade 1, referente às atividades experimentais do retângulo.

Quadro 24 – Grupo da atividade do retângulo (Atividade 1)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E20, E22, E34, E37
G2	E11, E19, E23, E16
G3	E17, E27, E10
G4	E30, E7, E21, E28

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Entregamos 1 calculadora para cada grupo formado, como um instrumento facilitador para o desenvolvimento das atividades e o procedimento para o aluno da atividade experimental, que foi lido em grupo e explicado conforme cada slide da atividade.

A primeira atividade experimental focada no ensino da área de um retângulo, em que, na etapa **Ação** os alunos tiveram contato com o "meio", que consistia em slides interativos elaborados no PowerPoint. O primeiro slide apresentava a definição e a forma de um retângulo; no segundo, indagou-se aos estudantes: "o que o cálculo de área de um retângulo busca encontrar e qual a sua importância?". Diante do silêncio da turma, a professora-pesquisadora discutiu a relevância do tema em contextos cotidianos e laborais, como na aplicação de pinturas, papéis de parede e assentamento de lajotas. Em seguida, a questão foi reformulada: "O que o cálculo da área de um retângulo busca?". Um aluno respondeu que serviria para calcular o espaço interno da figura, momento em que a professora validou as observações feitas sobre a utilidade do conceito.

No terceiro slide, os discentes interagiram com o primeiro retângulo da experimentação, seguindo as orientações de registro do roteiro. Até o oitavo slide, notou-se que alguns alunos

ainda contabilizavam individualmente as unidades quadradas (quadrinhos). Por se tratar da primeira atividade experimental, a professora sugeriu que observassem se existia uma estratégia de cálculo mais célere. Nesse ponto, a etapa de **Formulação** tornou-se explícita, pois os estudantes iniciaram discussões nos grupos sobre a proposta. Após a indagação, a professora na solicitou que registrassem suas conclusões no roteiro. Como os grupos G1 e G4 demonstraram dificuldades na expressão escrita, a docente orientou que escrevessem as ideias da forma como as estavam observando.

Concluídas as observações, a professora apresentou uma figura retangular sem divisões internas e questionou: "Pelas observações feitas, como vocês calculariam a área desta figura, visto que ela não possui os quadrinhos?". Uma das equipes respondeu que o cálculo seria feito multiplicando-se o comprimento pela altura. Na sequência, sob orientação da docente, um representante de cada grupo registrou a conclusão da equipe no notebook (Foto 1). Essas respostas foram sistematizadas no Quadro 25 para discussão coletiva, submetendo os alunos à etapa de **Validação**, momento em que deveriam defender suas resoluções perante a turma.

Foto 1 – Registro da institucionalização do estudante/atividade 1



Fonte: Experimentação (2025).

Quadro 25 – Conclusões registradas na atividade 1

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	A área é a multiplicação do comprimento e da altura	Válida, não desejada, prevista
G2	Multiplicando a altura e o comprimento	Válida, não desejada, não prevista
G3	A área é a multiplicação do comprimento e da altura	Válida, não desejada, prevista
G4	A área é uma multiplicação da altura, largura e comprimento	Inválida, não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 26 a seguir não foram discutidas pela turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 26 – Observações registradas na atividade 1

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	Eu multipliquei a altura e a largura do retângulo para olhar a resposta.	Válida, desejada e não prevista
G2	Multiplicando os quadradinhos.	Inválida e não prevista
G3	Multiplicação do comprimento e a altura depois os cálculos.	Válida, não desejada e não prevista
G4	Eu observei que tem que multiplicar.	Válida, não desejada e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa de **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais.

5.4.5 Sexto encontro

Neste encontro tivemos 12 alunos presentes. O Quadro 27 sistematiza a organização dos grupos da atividade 1 referente às atividades experimentais do quadrado.

Quadro 27 – Grupo da atividade do quadrado (Atividade 2)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E9, E36
G2	E11, E19, E16
G3	E17, E10, E27, E35
G4	E30, E7, E21

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Durante a etapa de **Ação**, a interação dos discentes com o "meio" (proporcionada pela sequência de slides sobre o quadrado) ocorreu de forma mais ágil, uma vez que a experiência prévia facilitou a assimilação da dinâmica de descoberta. Na etapa de **Formulação**, os alunos debateram suas percepções coletivamente, integrando inclusive os colegas que estiveram ausentes na aula anterior.

Após a sistematização das observações, a docente apresentou a figura de um quadrado e indagou: "Considerando o que foi observado até aqui, como vocês calculariam a área desta

figura, visto que ela não apresenta a subdivisão em quadradinhos?". Diante do questionamento, as equipes iniciaram discussões internas, consolidando a etapa de **Formulação**. Concluídas as análises grupais, os representantes de cada equipe expuseram e defenderam seus resultados perante a turma (Foto 2), configurando a etapa de **Validação**.

A maior parte dos grupos respondeu que o cálculo deveria ser realizado por meio da multiplicação do comprimento pela altura (Quadro 28). Nota-se que, embora tenham identificado a igualdade entre os lados do polígono, os estudantes mantiveram a nomenclatura de comprimento (C) e largura (L); por esse motivo, a maioria formulou a conclusão utilizando a expressão $A=C \times L$.

Foto 2 – Registro da institucionalização do estudante/atividade 2



Fonte: Dados da experimentação (2025).

Quadro 28 – Conclusões registradas na atividade 2

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	A área do quadrado é $C \times L$	Válida, não desejada e prevista
G2	A área do quadrado é $A = C \times L$	Válida, não desejada e prevista
G3	A área é igual $L \times L$	Válida, desejadas e prevista
G4	A área do quadrado é $A = A \times L$	Parcialmente válida e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 29 a seguir não foram expressas para a turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 29 – Observações registradas na atividade 2

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	Eu observei a altura e o comprimento.	Válida, não desejada e não prevista
G2	Multiplicar o mesmo número da área para conter resultado.	Inválida e não prevista

(continua)

Quadro 29 – Observações registradas na atividade 2 (continuação)

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G3	Multiplicar o mesmo modelo pelo valor diferente.	Inválida e não prevista
G4	É só multiplicar pelo comprimento e a altura.	Válida, não desejada e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais.

Após o término das observações manifestadas pelos alunos, a pesquisadora decidiu entregar a atividade de aprofundamento do quadrado e do retângulo como atividade de casa, pois o tempo era insuficiente para fazer em sala. Além do mais, a pressa deles irem para suas residências era notória, pelo cansaço do dia e por serem as aulas finais do turno.

5.4.6 Sétimo encontro

Neste encontro tivemos 14 alunos presentes (Quadro 30) que participaram da atividade experimental do paralelogramo. Após redistribuirmos os grupos, começamos com a correção da atividade de aprofundamento da área do retângulo e quadrado da atividade anterior.

Quadro 30 – Grupo da atividade do paralelogramo (Atividade 3)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E20, E36, E37
G2	E11, E19, E23, E35
G3	E17, E10, E27
G4	E30, E7, E29, E28

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Durante a etapa de **Ação** em que o aluno era submetido a cada experimento por meio dos slides, os estudantes não tiveram dificuldades de percepção e redescoberta. Mas a discussão em grupo era pertinente, inserindo-se na etapa da **Validação**, mesmo porque sempre tinha algo diferente a cada experimento; por exemplo, na redescoberta da área do paralelogramo, o aluno tinha que fazer perceber a decomposição da figura para resolver o problema proposto. Após os alunos terem feito suas conclusões e observações, a professora colocou uma figura em formato

de um paralelogramo e perguntou: "Pelas observações que vocês fizeram, como vocês calculariam a área dessa figura, pois ela não tem os quadradinhos?" A maioria das equipes respondeu que multiplicando a base vezes a altura. Na etapa de **Formulação** em que os alunos defendiam suas conclusões com a turma, foram feitas de maneira diferente nesse encontro, pois os alunos se sentiam mais à vontade do que no notebook, como foi feito nas atividades anteriores. Eles preferiram colocar as conclusões das equipes na lousa para a discussão com a turma, transcrita no (Quadro 31).

Quadro 31 – Conclusões registradas na atividade 3

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	$A = \text{base} \times \text{altura}$	Válida, desejada e prevista
G2	A área é encontrada multiplicando a base e mais a altura.	Válida, não desejada e não prevista
G3	A área é a multiplicação da altura com a base exemplo: p1 base7 altura3 resposta $3 \times 7 = 21$	Válida, não desejada e não prevista
G4	$A = \text{base} \times \text{altura}$	Válida, desejada e prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 32 a seguir não foram discutidas pela turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 32 – Observações registradas na atividade 3

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	Contar as linhas entre os quadradinhos.	Inválida e não prevista
G2	Eu observei que multiplicando a base altura podemos obter o resultado.	Válida, desejada e prevista
G3	Multiplicando a altura com a base.	Válida, desejada e prevista
G4	Eu observei que tem que multiplicar altura e a largura.	Válida, desejada e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa de **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais.

Após o término das observações manifestadas pelos alunos, a pesquisadora decidiu entregar a atividade de aprofundamento do paralelogramo e todas as próximas atividades como tarefa de casa, pois a pressa dos estudantes em irem para suas residências ainda era pertinente.

5.4.7 Oitavo encontro

Dos 18 estudantes que compareceram ao encontro (Quadro 33), apenas 17 foram considerados para os resultados nesse dia. O aluno E1, destacado de vermelho, precisou abandonar a atividade na metade do tempo por motivos de saúde (dor de cabeça), o que impediu a conclusão de sua colaboração. Já a aluna E16 rompeu o contrato didático, apesar de registrar presença até o fim. Manteve-se alheia à dinâmica do grupo devido a problemas particulares que afetaram seu ânimo, resultando em uma postura passiva durante toda a aula.

Quadro 33 – Grupo da atividade do triângulo (Atividade 4)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E36, E20, E3
G2	E11, E19, E16, E35
G3	E17, E10, E27
G4	E30, E7, E21, E28
G5	E1, E9, E29, E22

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Durante a etapa de **Ação** em que o aluno era submetido a cada experimento, era visível o comprometimento de redescobrir a área, sem contar os quadradinhos. Ao começarmos a atividade experimental, o grupo G3 era um dos grupos que respondiam rapidamente, porém teve dificuldades em escrever a conclusão da atividade discutida no grupo, validando assim a **etapa da Validação**. Após os alunos terem feito suas conclusões e observações, a professora colocou uma figura em formato triangular e perguntou: "Pelas observações que vocês fizeram, como vocês calculariam a área dessa figura, pois ela não tem os quadradinhos?" Uma das equipes respondeu que multiplicando a base pela altura e depois tinha que dividir por 2, porque um retângulo são dois triângulos. As conclusões das equipes (Quadro 34) foram colocadas na lousa para a discussão da turma, validando assim a **Situação da Formulação**.

Quadro 34 – Conclusões registradas na atividade 4

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	Calculei base x altura vezes 2 e depois dividi por 2	Parcialmente inválida e não prevista
G2	Multiplicando a medida da base pela medida da altura o resultado por 2	Válida, não desejada e não prevista
G3	A área da medida de 1 triângulo e a mesma medida da multiplicação com separação um exemplo é T1.	Parcialmente válida e não prevista

(continua)

Quadro 34 – Conclusões registradas na atividade 4 (continuação)

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G4	Podemos concluir que podemos encontrar b,H a gente multiplicou a base x altura e no final agente dividiu por 2.	Válida, não desejada e não prevista
G5	$A = b \times h : 2$	Válida, não desejada e prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 35 a seguir não foram discutidas pela turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 35 – Observações registradas na atividade 4

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	Eu entendi que base x altura vezes 2 dividido por 2 dá o resultado.	Parcialmente inválida e não prevista
G2	Precisa dividir área é altura para encontra medida de 1 triângulo.	Parcialmente inválida e não prevista
G3	É uma multiplicação da altura com a base por exemplo T1 altura 5 base 5 medida da área dos 2 triângulos 25 medida da área de um triângulo 12,5.	Válida, não desejada e não prevista
G4	$A = b \times H$	Inválida e prevista
G5	Eu entendi que o paralelogramo é igual a $A = b \times h$	Inválida e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa de **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais, garantindo que os equívocos observados anteriormente fossem sanados.

Após o término das observações manifestadas pelos alunos, a pesquisadora entregou a atividade de aprofundamento do triângulo como atividade de casa.

5.4.8 Nono encontro

Neste encontro tivemos 17 alunos presentes (Quadro 36) que participaram da atividade experimental do trapézio. Nesse encontro começamos com a correção da atividade de aprofundamento do triângulo, que foi entregue na atividade anterior.

Quadro 36 – Grupo da atividade do trapézio (Atividade 5)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E36, E38, E22, E09
G2	E23, E16, E8, E14
G3	E17, E06, E27
G4	E30, E7, E21, E28
G5	E29, E24

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Esta atividade foi a atividade em que os alunos mais demoraram na etapa de **Ação**. Ao serem submetidos ao meio (slides), tiveram dificuldades de percepção e, conseqüentemente, a discussão em grupo levou mais tempo para a etapa da **Validação**.

Após os alunos terem feito suas conclusões e observações, a professora colocou uma figura em formato de trapézio e perguntou: "Pelas observações que vocês fizeram, como vocês calculariam a área dessa figura, pois ela não tem os quadradinhos?" Uma das equipes respondeu: "Temos que somar as duas bases, multiplicar pela altura e depois tinha que dividir por 2." As conclusões das equipes (Quadro 37) foram colocadas na lousa para a discussão da turma, formalizando assim a etapa de **Formulação**.

Quadro 37 – Conclusões registradas na atividade 5

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	$a = B+b \times h$ dividido por 2.	Válida, não desejada e não prevista
G2	A igual $B+b$, vezes h dividido por 2.	Válida, não desejada e prevista
G3	$B+b \times h : 2$ $a = B+b \times h = e$ dividi por 2.	Válida, não desejada e prevista
G4	$A = B+b$ calculo e multiplico pelo h dividimos por 2.	Válida, não desejada e prevista
G5	$A = B + b \times H : 2$	Válida, não desejada e prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 38 a seguir não foram discutidas pela turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 38 – Observações registradas na atividade 5

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	Foi possível achar o resultado calculando a largura com a altura	Inválida e não prevista
G2	Somando base maior com a menor. E dividindo a área dos 2 trapézios semelhantes por 2	Parcialmente válida e não prevista

(continua)

Quadro 38 – Observações registradas na atividade 5 (continuação)

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G3	Multiplicando a base x altura	Inválida e não prevista
G4	Foi possível achar o resultado calculando a largura com a altura e por final a altura.	Inválida e não prevista
G5	$B \times b = HH + \text{altura do trapézio}$	Inválida e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa de **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais.

Após o término das observações manifestadas pelos alunos, a pesquisadora entregou a atividade de aprofundamento do trapézio como atividade de casa.

5.4.9 Décimo encontro

Neste encontro tivemos 14 alunos presentes (Quadro 39) que participaram da atividade experimental do losango. Nesse encontro começamos com a correção da atividade de aprofundamento do trapézio, que foi entregue na atividade anterior.

Quadro 39 – Grupo da atividade do losango (Atividade 6)

Grupos Estudantes	Estudantes
G1	E36, E20, E3, E38
G2	E11, E16
G3	E17, E27
G4	E30, E7, E21, E28
G5	E29, E22

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Durante a **etapa de Ação** em que o aluno era submetido ao meio (slides), eles tiveram dificuldades em mover as peças do losango. Apesar de os pesquisados não terem dificuldades em descobrir o meio de transformar o losango em um retângulo, a **etapa de validação**, em que eles discutem em grupo, foi mais difícil para eles, pois os elementos do polígono estudado (losango) diferem dos demais polígonos estudados. Após os alunos terem feito suas conclusões e observações, a professora colocou uma figura em formato de losango e perguntou: "Pelas observações que vocês fizeram, como vocês calculariam a área dessa figura, pois ela não tem

os quadradinhos?" Uma das equipes respondeu: "Temos que multiplicar as duas diagonais e depois dividir por 2." As conclusões das equipes (Quadro 40) foram colocadas na lousa para a discussão da turma, validando assim a etapa **da Formulação**.

Quadro 40 – Conclusões registradas na atividade 6

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das conclusões registradas	Validade
G1	$A = D \times d : 2$	Válida, não desejada e prevista
G2	A é igual D vezes d dividido por 2	Válida desejada e prevista
G3	$A = \frac{D \times d}{2}$	Válida desejada e prevista
G4	A metade da diagonal maior vezes a diagonal menor	Válida desejada e não prevista
G5	$A = b \times d : d$	Inválida e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As observações do Quadro 41 a seguir não foram discutidas pela turma, mas foram orientadas pela professora em cada grupo.

Quadro 41 – Observações registradas na atividade 6

Grupos Estudantes	Transcrição <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais) das observações registradas	Validade
G1	$A = D \times d : 2$	Válida, não desejada e não prevista
G2	Somando a Base maior com menor e multiplicar por 2	Parcialmente Inválida e não prevista
G3	Eu observei que $A = \frac{D \times d}{2}$	Válida e não prevista
G4	Peguei a diagonal maior e multipliquei pela menor	Parcialmente inválida e prevista
G5	Pegar a diagonal maior e dividi pela menor	Inválida e não prevista

Fonte: Dados da experimentação (2025).

Finalizadas as defesas das conclusões pelos discentes, a professora-pesquisadora conduziu a etapa de **Institucionalização**. Nesta fase, a docente sistematizou os saberes construídos coletivamente, vinculando as descobertas dos alunos às definições formais e aos modelos matemáticos convencionais.

Após o término das observações manifestadas pelos alunos, a pesquisadora entregou a atividade do losango como atividade de casa.

5.4.10 Décimo primeiro encontro

Iniciamos os trabalhos corrigindo a tarefa anterior sobre área que envolva o losango e, logo após, coletamos as percepções dos alunos sobre a metodologia e aplicamos o pós-teste. Observou-se que a interpretação de texto foi um desafio para a turma, sendo necessária a intervenção da pesquisadora na leitura para que os cálculos fossem efetuados. O aluno E21 não pôde terminar a avaliação por motivos pessoais, apesar do seu bom envolvimento. Notamos que, embora o uso da calculadora tenha gerado dificuldades iniciais, os alunos avançaram na fluidez das operações. Os estudantes que faltaram a essa etapa completaram o questionário e o teste no décimo primeiro encontro.

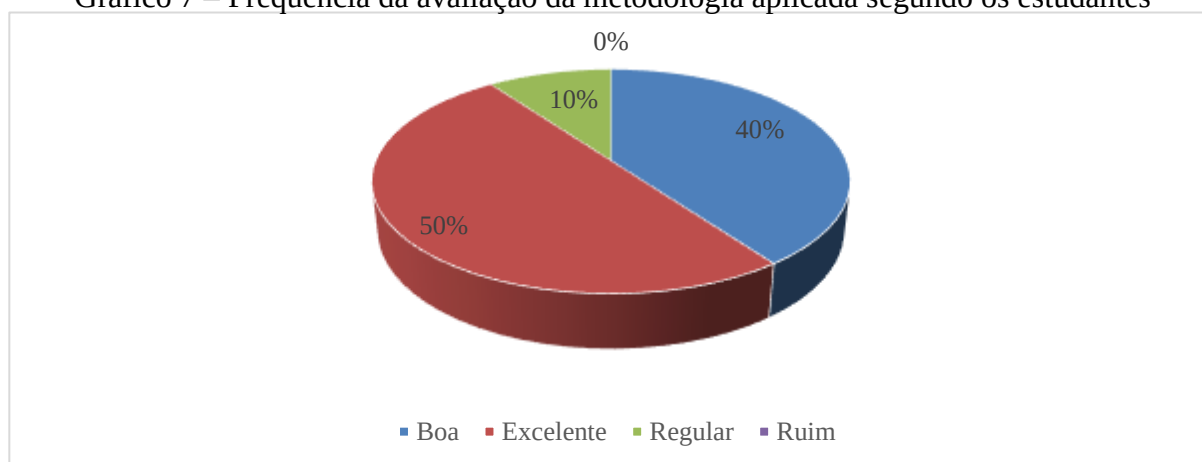
5.5 PERCEPÇÃO DOS PARTICIPANTES

Para obtenção dos dados da satisfação da metodologia aplicada, foi aplicado um curto questionário com três questões objetivas e uma subjetiva (Apêndice E). As respostas foram sistematizadas em gráficos conforme cada questão.

Na questão 1, perguntamos: "Como você avalia a metodologia de atividade experimental aplicada no aprendizado de área de figuras planas?"

Obtivemos as seguintes respostas de acordo com as respostas dos alunos (Excelente, Boa, Regular, Ruim) expostas no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Frequência da avaliação da metodologia aplicada segundo os estudantes



Fonte: Dados da experimentação (2025).

Conforme os resultados analisados, 50% dos alunos acharam excelente e 40% destes alunos acharam boa a metodologia aplicada com atividades experimentais por redescoberta. De

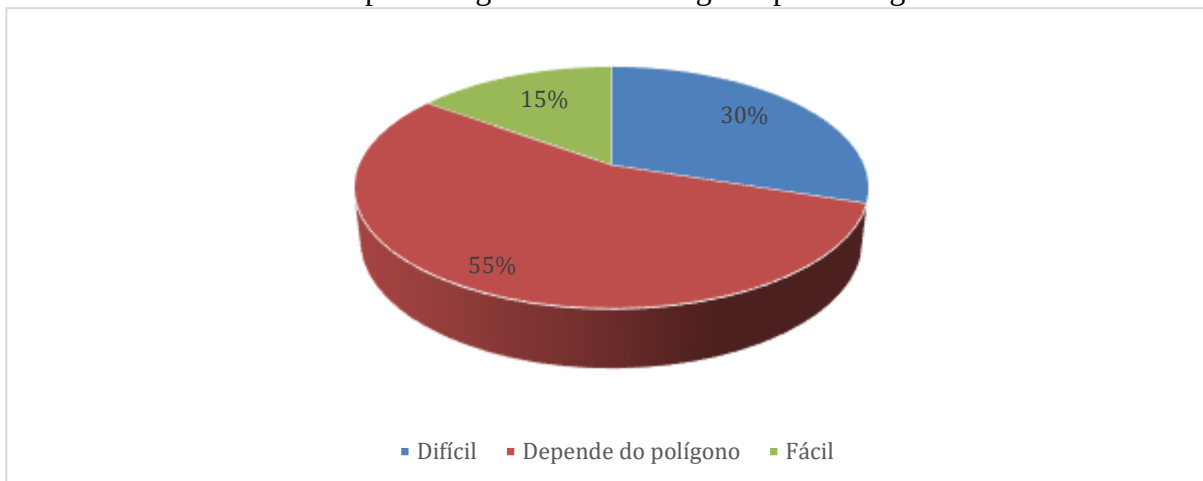
acordo com Sá et al. (2014, p. 130), em suas experiências didáticas, o ensino de área de figuras planas por meio de atividades de redescoberta “torna o processo de ensino-aprendizagem mais ativo e participativo por parte dos estudantes”. Como exemplo dessa afirmação, tivemos o estudante E21, que estava relutando em não participar da primeira atividade e, ao aceitar o contrato didático, mudou o seu semblante e foi bem ativo, fazendo questão de colocar a conclusão do seu grupo.

Além do mais, como a pesquisadora era a professora da turma, observou-se que alguns alunos que relutavam no decorrer do ano letivo em usar o celular para se distrair, ou o uso de inteligência artificial para obter as respostas de problemas propostos em sala de aula com o ensino tradicional, conseguiram ser autores do seu próprio conhecimento com essa metodologia. Faltou autonomia de alguns grupos, mas foi satisfatória a evolução da turma.

Na questão 2 perguntamos: Qual o nível de aprendizagem que você avalia a atividade experimental aplicada no aprendizado de área de figuras planas?

Obtivemos as seguintes respostas de acordo com as respostas dos alunos (difícil, fácil, depende do polígono) expostas no gráfico 8.

Gráfico 8 – Nível de aprendizagem de área de figuras planas segundo os estudantes



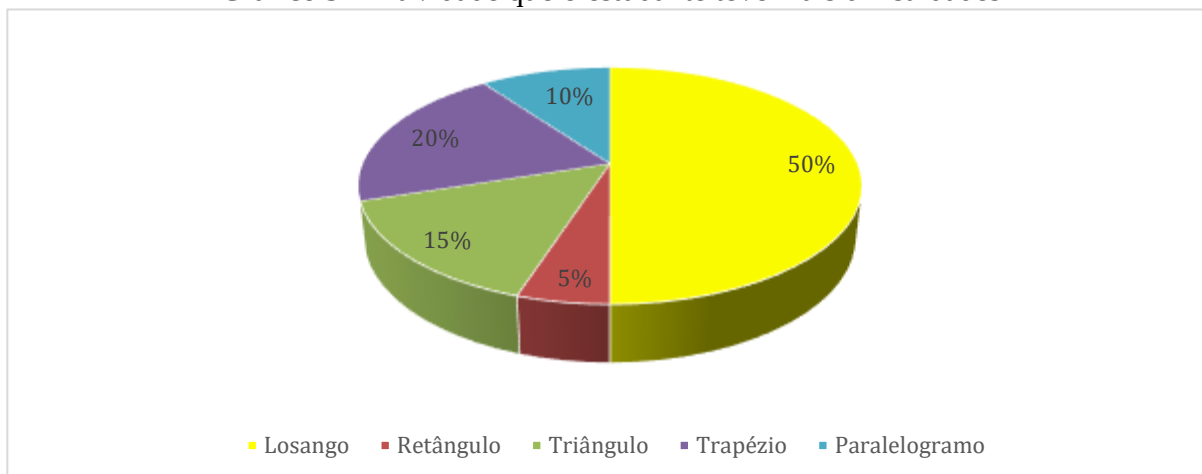
Fonte: Dados da experimentação (2025).

Os resultados da investigação indicaram que 55% dos participantes manifestaram entraves em alguma das etapas da atividade experimental. Tal cenário era previsível, visto que esse tipo de obstáculo está atrelado tanto a questões de ordem epistemológica quanto a fatores inerentes ao próprio processo de ensino (SÁ *et al.*, 2014).

Na questão 3 perguntamos: Qual foi o polígono com o qual você teve dificuldades para obter a conclusão?

Obtivemos as seguintes respostas conforme cada alternativa (retângulo, quadrado, paralelogramo, triângulo, trapézio, losango) exposta no gráfico 9.

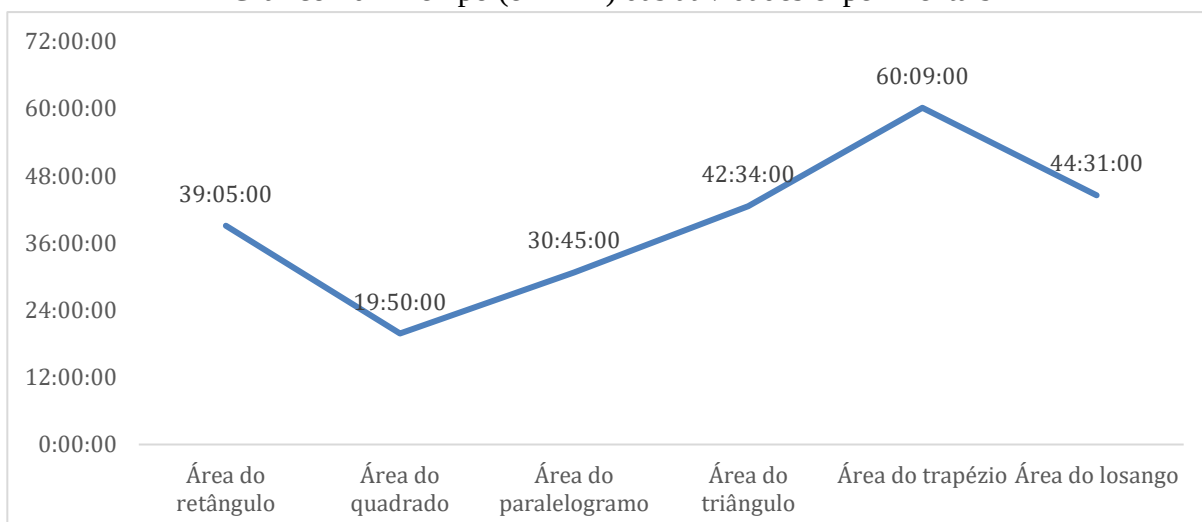
Gráfico 9 – Atividade que o estudante teve mais dificuldades



Fonte: Dados da experimentação (2025).

Observou-se um índice de 50% de limitação nas atividades envolvendo o losango, o que sugere um desafio no processo de abstração dos alunos. Isso ocorre porque os elementos estruturais dessa figura (diagonais) rompem com os padrões de base e altura consolidados em estudos prévios. De modo semelhante, o trapézio apresentou-se como a segunda forma de menor compreensão imediata, possivelmente devido à sua característica distinta de possuir duas bases. Tais evidências são reforçadas pelos dados de cronometragem das atividades apresentados no Gráfico 10, que demonstram um maior esforço encontrado nessas duas atividades.

Gráfico 10 – Tempo (em min) das atividades experimentais



Fonte: Dados da experimentação (2025).

Na questão 4, perguntamos de forma subjetiva: "Escreva sobre a sua experiência com atividades de área de figuras planas."

Transcreveremos na íntegra (Quadro 42) de acordo com as respostas de cada estudante.

Quadro 42 – Relato sobre a experiência com atividades experimentais

Estudante	Resposta do estudante transcritos <i>ipsis litteris</i> (mantendo-se a grafia e sintaxe originais do estudante)
E3	muito bom
E7	Foi irterecart
E9	Foi uma atividade muito Boa muito experiente para mim
E10	isso foi bom
E11	Achei fácil na primeira vez, mais com tempo que ia fiquei perdida e depois fui entendendo devagar
E16	Excelente
E17	foi legal Eu agradeço a Deus por me dar uma professora tão boa e gentil aprendi muito com ela obrigado por tudo
E19	O aluno não respondeu.
E20	foi muito legal participei muito.
E21	Durante a primeira semana parecia difícil, mais com a ajuda e explicação da professora se tornou fácil.
E22	O aluno não respondeu.
E23	Achei Muito boa tipo um quebra cabeça, acredito que logo usarei no dia a dia
E27	Minhas experiência Ta mas o menos mais tou tentando Fezer melhor cada dia.
E28	O vole a difise
E29	muito boa
E30	foi legal, gostei bastante
E35	Aprendi muitas coisa que eu não sabia
E36	Boa, consegui entender e Participei bastante das aulas
E37	muito bom
E38	concigi Mesai nas muito inpotate

Fonte: Dados da experimentação (2025).

As respostas apresentadas no Quadro 42 foram transcritas *ipsis litteris* para preservar a fidedignidade dos relatos dos estudantes. Ressalta-se que os alunos E19 e E22 não responderam

ao questionamento (identificados em destaque na cor vermelha). Observou-se que entraves relacionados ao nível de letramento dificultaram a expressão textual de E7, E28 e E38, o que corrobora os desafios discutidos anteriormente sobre o perfil do público da EJA. No que tange à adaptação ao método, os alunos E11 e E21 pontuaram um grau de dificuldade inicial, seguido pela assimilação satisfatória da dinâmica proposta. A experiência foi avaliada de maneira positiva pela maioria do grupo, que a considerou proveitosa para o seu aprendizado.

6 ANÁLISES A POSTERIORI E VALIDAÇÃO

6.1 PERFIL SOCIOEDUCACIONAL

A amostra compreendeu estudantes com faixa etária entre 15 e 55 anos de uma escola pública de Belém do Pará, no ano de 2025, que estudavam na 4ª etapa do Ensino Fundamental no turno da noite, na modalidade de EJA. De acordo com o questionário socioeducacional aplicado com estes estudantes, 75% dos pesquisados são adolescentes entre 15 e 18 anos, 60% do sexo masculino. Quanto ao estado civil destes alunos, 75% destes alunos são solteiros, 25% possuem filhos, 55% possuem uma atividade laboral.

Os dados coletados do questionário socioeducacional quanto à disciplina de matemática fizemos a seguinte pergunta: "Você gosta de matemática?". Obtivemos os seguintes quantitativos de respostas, sistematizados na Tabela 8.

Tabela 8 – Gosto pela matemática			
Você gosta de Matemática?	Contagens	% do Total	% acumulada
Adoro	3	15.0 %	15.0 %
Gosto um pouco	11	55.0 %	70.0 %
Não gosta	3	15.0 %	85.0 %
Sim	2	10.0 %	95.0 %
Suporto	1	5.0 %	100.0 %

Fonte: Dados da experimentação (2025), Jamovi (2025).

Os dados indicaram que 55% dos alunos gostam apenas um pouco de matemática. Mas, fazendo uma coleta de outros questionamentos, 60% destes alunos responderam que às vezes se distraem nas aulas quando estão muito cansados ou com problemas pessoais, mas que 60% das vezes as aulas de matemática despertam sua atenção.

Ao perguntarmos: "Com que frequência eles estudam fora da escola?", obtivemos as seguintes respostas, sistematizadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Frequência de alunos que estudam fora da escola (Experimentação)

Com que frequência você estuda matemática fora da escola?	Contagens	% do Total	% acumulada
No período de prova	4	20.0 %	20.0 %
Não estudo fora da escola.	7	35.0 %	55.0 %
Somente nos finais de semana	3	15.0 %	70.0 %
Só na véspera da prova	5	25.0 %	95.0 %
Todo dia	1	5.0 %	100.0 %

Fonte: Dados da experimentação (2025), Jamovi (2025).

Os dados revelaram que os alunos observados não possuem tempo para estudar fora da escola ou não conseguem se planejar, pois apenas 5% destes estudam todo o dia. E coletamos também que 40% destes alunos não possuem nenhum tipo de ajuda para as atividades de matemática e, dos 60% que são ajudados por alguém, 45% destes alunos são ajudados pelo seu professor da escola e que 50% destes alunos conseguem relacionar a matemática com o dia a dia.

Estes alunos estão fora da faixa etária do ensino regular e, ao perguntarmos o porquê de estarem na modalidade da EJA, obtivemos as seguintes respostas, sistematizadas na Tabela 10.

Tabela 10 – Motivo de estar na EJA			
Por que esta na EJA	Contagens	% do Total	% acumulada
Desisti no decorrer do ano	2	10.0 %	10.0 %
Parou de estudar por um período	12	60.0 %	70.0 %
Repeti de ano	6	30.0 %	100.0 %

Fonte: Dados da experimentação (2025), Jamovi (2025).

Os resultados revelam que a interrupção dos estudos por um determinado período é uma característica marcante entre os participantes. Tal distanciamento do ambiente escolar é um dado relevante para fundamentar as investigações sobre as causas da evasão escolar.

Ao serem questionados sobre o contato prévio com o conteúdo de áreas de figuras planas em sua trajetória escolar, constatou-se que somente 15% dos estudantes recordavam ter estudado tal temática em etapas anteriores.

Nesta etapa, focaremos em análise qualitativa e quantitativa da sequência didática aplicada na etapa da experimentação. Por fim, faremos a validação da metodologia aplicada.

A análise qualitativa dos dados buscará integrar o comportamento dos estudantes ao desempenho demonstrado durante a sequência didática (SD) em três subseções de resultados: das observações e conclusões das atividades experimentais, do teste de verificação e, por fim, faremos uma análise de erros do pós-teste aplicado após a sequência didática. Tal procedimento visa mapear as dificuldades discentes nas etapas de leitura, compreensão, transformação, habilidades de processamento e codificação, permitindo diagnosticar lacunas de aprendizagem no pós-teste.

No que tange à abordagem quantitativa, será aplicado um Teste estatístico Exato de Fisher para investigar a existência de associações significativas entre o perfil socioeducacional

dos estudantes e o progresso verificado nos testes. Adicionalmente, utilizar-se-á um teste de hipótese para validar estatisticamente se houve melhora no desempenho acadêmico após a intervenção experimental.

A etapa final da análise consistirá na confrontação entre as análises *a priori* e as observações *a posteriori* referentes à sequência didática implementada, para fins de uma validação da metodologia aplicada.

6.2 ANÁLISE QUALITATIVA DAS ATIVIDADES

Essa análise da coleta de dados da etapa experimental será por meio de uma triangulação de dados entre análise pessoal do pesquisador, resultados coletados e Teoria.

6.2.1 Análise das observações e conclusões das atividades experimentais

Nesta seção faremos uma comparação das conclusões e observações previstas na análise *a priori*.

O procedimento adotado pelos discentes consistia na realização de observações preliminares, seguidas pela elaboração de conclusões acerca das práticas. No Quadro 43, detalham-se as frequências das observações registradas durante as seis atividades experimentais, as quais foram categorizadas da seguinte forma: A1 (área do retângulo), A2 (área do quadrado), A3 (área do paralelogramo), A4 (área do triângulo), A5 (área do trapézio) e A6 (área do losango).

Quadro 43 – Frequência das observações das atividades experimentais

CLASSIFICAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES		Frequência absoluta						Frequência relativa					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Válidas	Válida, desejada e prevista			2				0%	0%	50%	0%	0%	0%
	Válida, desejada e não prevista	1		1			1	25%	0%	25%	0%	0%	20%
	Válida, não desejada e prevista						1	0%	0%	0%	0%	0%	20%
	Válida, não desejada e não prevista	2	1		1			50%	25%	0%	20%	0%	0%

(continua)

Quadro 43 – Frequência das observações das atividades experimentais (continuação)

CLASSIFICAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES		Frequência absoluta						Frequência relativa					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Parcialment e valida	Parcialmente valida e prevista							0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Parcialmente valida e não prevista					1		0%	0%	0%	0%	20%	0%
Inválida	Inválida e prevista				1		1	0%	0%	0%	20%	0%	20%
	Inválida e não prevista	1	3	1	3	4	2	25%	75%	25%	60%	80%	40%
Total de grupos		4	4	4	5	5	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%

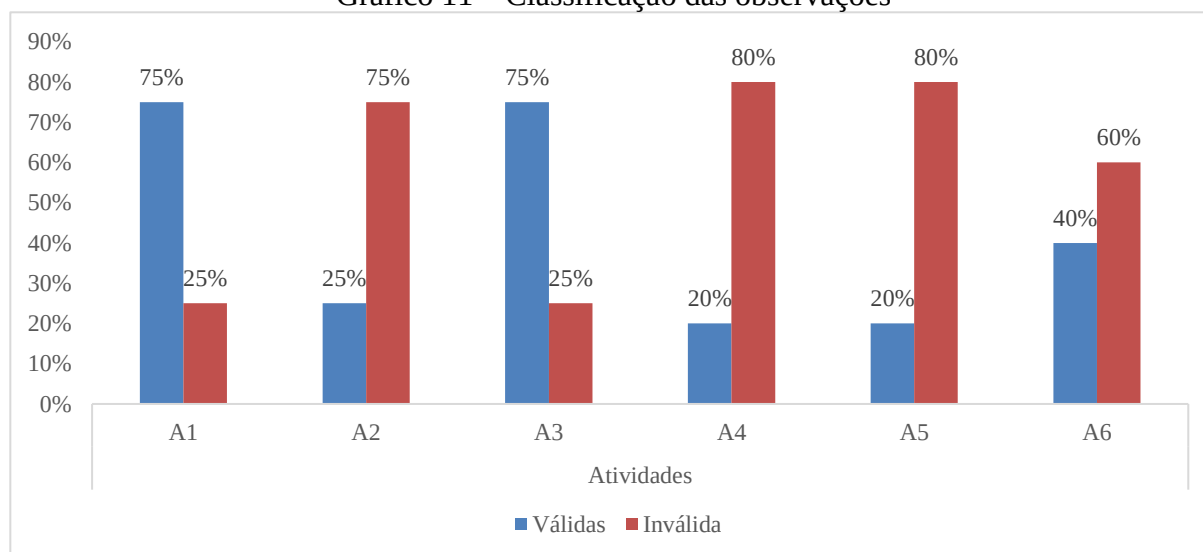
Fonte: Dados da experimentação (2025).

Ao analisar os dados, as atividades A1 e A3 obtiveram 75% de observações válidas (previstas e não previstas), percentual que demonstra que os grupos conseguiram atingir o propósito central da tarefa de forma mais eficaz que nas demais.

Já as atividades A4 e A5 apresentaram 80% de observações inválidas e conclusões inválidas, e a atividade A6 apresentou 60% de observações não satisfatórias, percentual que demonstra que a área do triângulo, trapézio e losango foram mais difíceis de serem analisadas por parte dos alunos observados.

Por meio das informações presentes no Gráfico 11, podemos observar a evolução dos percentuais nos registros de respostas consideradas como válidas ao longo das atividades de maneira geral.

Gráfico 11 – Classificação das observações



Fonte: Dados da experimentação (2025).

A análise do Gráfico 11 revela lacunas nos registros dos discentes durante as atividades A2, A4, A5 e A6. As dificuldades manifestaram-se, primeiramente, na capacidade de expressão, como ratificado pelo grupo G1 (A4) ao relatar: “Eu entendi que base x altura vezes 2 dividido por 2 dá o resultado”. Observou-se também confusão quanto às operações algébricas, exemplificada pela resposta do G5 (A6), que respondeu: “pegar a diagonal maior e dividir pela menor”. Por fim, houve falhas na lógica do cálculo — especificamente na omissão da divisão por dois para a obtenção da área final —, conforme o relato do G4 (A6): “pegava a diagonal maior e multiplicava pela menor”.

Entretanto, observa-se que as conclusões das tarefas propostas foram bem-sucedidas, de acordo com o detalhamento do Quadro 44.

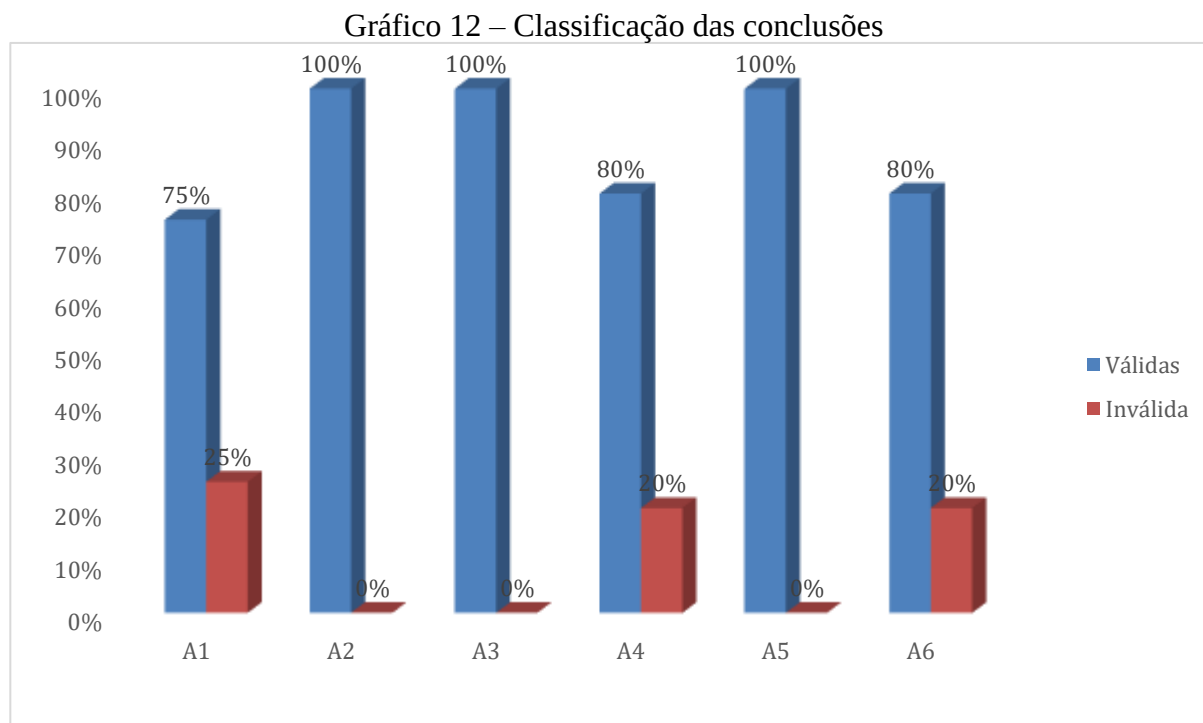
Quadro 44 – Frequência das conclusões das atividades experimentais

CLASSIFICAÇÃO DAS CONCLUSÕES		Frequência absoluta das atividades (An) n=número da atividade						Frequência relativa das atividades (An) n=número da atividade					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Válidas	Válida, desejada e prevista		1	2			2	0%	25%	50%	0%	0%	40%
	Válida, desejada e não prevista						1	0%	0%	0%	0%	0%	20%
	Válida, não desejada e prevista	2	2		1	4	1	50%	50%	0%	20%	80%	20%
	Válida, não desejada e não prevista	1		2	2	1		25%	0%	50%	40%	20%	0%
Parcialmente válida	Parcialmente válida e prevista							0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Parcialmente válida e não prevista		1		1			0%	25%	0%	20%	0%	0%
Inválida	Inválida e prevista							0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Inválida e não prevista	1			1		1	25%	0%	0%	20%	0%	20%
Total de grupos		4	4	4	5	5	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Dados da Experimentação (2025).

Ao analisar os dados, as atividades A3 (Paralelogramo) e A5 (Trapézio) obtiveram melhores desempenhos. Somando as categorias válidas e parcialmente válidas (previstas e não previstas), essas atividades obtiveram 100% de êxito, demonstrando que os grupos conseguiram atingir o propósito central da tarefa de forma mais eficaz que nas demais.

Por meio das informações presentes no Gráfico 12, percebemos uma evolução dos percentuais nos registros de respostas consideradas como válidas ao longo das atividades.



Fonte: Dados da Experimentação (2025).

Os dados estatísticos das atividades evidenciam que a categoria "Válidas" se manteve como a mais frequente, variando entre 60% e 100%. A atividade A4 registrou o desempenho mais baixo em termos de validade, sendo também o ponto em que as respostas parcialmente válidas e inválidas tiveram maior equilíbrio (20% cada). Nota-se ainda que a categoria "parcialmente válida" se manifestou apenas em A2 (25%) e A4 (20%), enquanto nas demais atividades (A1, A3, A5 e A6) as respostas foram categorizadas apenas como válidas ou inválidas, sem registros de validação parcial. Segundo Mafra e Sá (2023, p. 14), isso "indica uma transformação e uma dinâmica de compreensão mais apurada à medida em que sucessivas situações (experimentais) são realizadas".

Nesse sentido, os alunos da EJA, ao participarem do processo de aprendizagem de forma ativa, despertaram interesse, apesar do cansaço do dia. Esse fato é revelado em nosso resultado, o que reforça que o ensino por atividade experimental é uma metodologia de ensino que conduz o aluno da EJA a entender o conceito de área de figuras planas e não apenas aplicar fórmulas.

6.2.2 Análise dos testes de verificação (Pré/Pós-teste)

Com base nos resultados do pré-teste e pós-teste (Quadro 45), que incluem índices de acertos (totais e parciais), erros, questões em branco e anulações, são categorizados conforme os níveis da Taxonomia de Bloom de forma bidimensional, previstos na análise a priori.

Quadro 45 – Percentual de acertos e erros por questões

Questão	Nível da taxonomia de Bloom Revisada	Tipo de conhecimento a ser adquiridos	PERCENTUAL POR QUESTÃO									
			De acertos		De acertos parciais		De erros		Em branco		Anulada	
			Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Q1	Lembrar	Factual	65%	75%	0%	0%	20%	15%	15%	5%	0%	5%
Q2	Entender	Conceitual	25%	75%	0%	10%	10%	5%	65%	10%	0%	0%
Q3	Analisar	Procedural	0%	30%	0%	65%	10%	10%	90%	0%	0%	0%
Q4	Aplicar	Procedural e Conceitual	5%	20%	0%	55%	15%	20%	80%	5%	0%	0%
Q5	Aplicar	Procedural	0%	10%	0%	55%	5%	30%	95%	5%	0%	0%
Q6(A)	Aplicar.	Procedural	5%	30%	0%	50%	0%	15%	95%	5%	0%	0%
Q6(B)	Aplicar.	Procedural	5%	25%	0%	60%	5%	10%	90%	5%	0%	0%
Q6(C)	Aplicar.	Procedural	5%	15%	0%	65%	5%	10%	90%	10%	0%	0%
Q7(A)	Aplicar.	Procedural	0%	10%	0%	70%	5%	10%	95%	10%	0%	0%
Q7(B)	Aplicar.	Procedural	0%	10%	0%	55%	5%	20%	95%	15%	0%	0%
Q7(C)	Aplicar.	Procedural	0%	10%	0%	50%	5%	35%	95%	15%	0%	0%
Q8	Aplicar.	Conceitual e Procedural	0%	5%	0%	60%	10%	20%	90%	15%	0%	0%
Média aritmética geral			9%	26%	0%	50%	8%	17%	83%	8%	0%	0%

Fonte: Dados da Experimentação (2025).

No que concerne aos níveis elementares da Taxonomia de Bloom Revisada, as questões Q1 (Lembrar/Factual) e Q2 (Entender/Conceitual) demonstraram a maior consolidação de domínio pleno, atingindo ambas um índice de 75% de acertos totais no pós-teste. Tais resultados indicam que a base conceitual e o resgate de informações foram efetivamente assimilados, estabelecendo o alicerce necessário para operações cognitivas mais complexas.

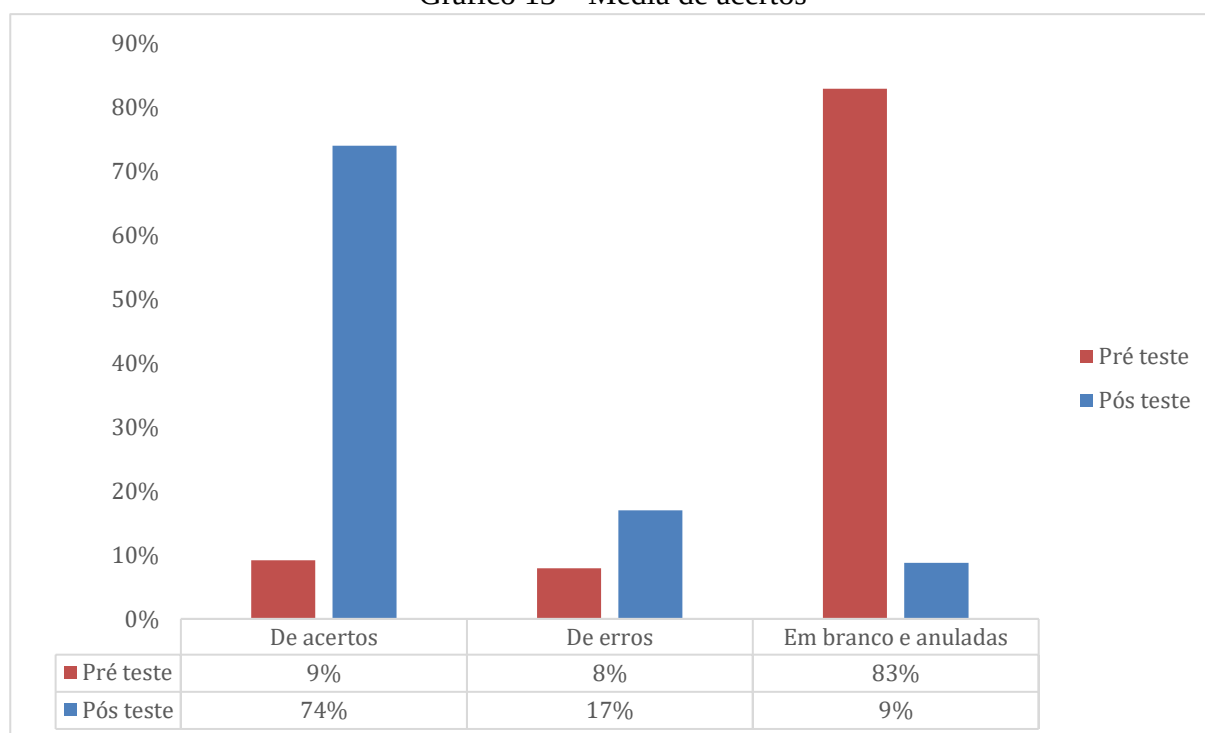
Entretanto, é nos níveis de "Aplicar" e "Analisar" que se observa o fenômeno mais relevante deste estudo: a ascensão dos acertos parciais. Enquanto no pré-teste o índice de acertos parciais era nulo (0%), no pós-teste a média saltou para 50%. Especificamente nas questões de natureza procedimental, como Q3, Q6 e Q7, nota-se que, embora o acerto integral ainda apresente margem para crescimento (variando entre 10% e 30%), a maioria dos estudantes

(até 70% na questão Q7(A)) já demonstra o domínio de etapas fundamentais do processo de resolução.

Por fim, observa-se um aumento residual na média de erros, que passou de 8% para 15%. Sob uma perspectiva analítica, esse incremento não representa um retrocesso, mas sim uma consequência direta da redução das respostas em branco. O erro, neste contexto, manifesta-se como um estágio de transição na aprendizagem: o estudante, anteriormente incapaz de formular uma resposta, passa a engajar-se na resolução, ainda que apresente falhas na execução final ou na integração de conhecimentos conceituais e procedimentais (como verificado na Q8, com 60% de acertos parciais). Em suma, os dados atestam que o processo educativo promoveu o deslocamento dos discentes de um estado de passividade para um estágio de construção ativa de conhecimento técnico e processual.

Para uma melhor análise dos dados coletados, fizemos uma somatória da média de acertos totais com os acertos parciais e uma somatória da média de questões em branco e nulas, como podemos observar no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Média de acertos



Fonte: Dados da Experimentação (2025).

A análise comparativa entre os resultados do pré-teste e do pós-teste revela uma evolução significativa no desempenho acadêmico dos estudantes, evidenciada pela transição entre o desconhecimento inicial e o desenvolvimento de competências cognitivas. O dado

estatístico mais contundente reside na redução drástica do índice de questões deixadas em branco e anuladas, que declinou de uma média geral de 83% para apenas 9%, enquanto as questões acertadas tiveram um crescimento de 9% para 76%. Esse movimento indica possíveis efeitos na intervenção pedagógica, que foi capaz de transpor a barreira da inércia intelectual, conferindo aos alunos o repertório necessário para o enfrentamento das questões propostas.

Fazendo uma análise por aluno, sistematizamos no Quadro 46 o percentual das respostas.

Quadro 46 – Percentual de acertos e erros por estudante

Estudante	De acertos		De acertos parciais		De erros		Em branco		Anulada	
	Pré- teste	Pós- teste	Pré -teste	Pós- teste	Pré-teste	Pós- teste	Pré-teste	Pós- teste	Pré-teste	Pós-teste
E3	0%	8%	0%	75%	0%	8%	100%	8%	0%	0%
E7	8%	17%	0%	67%	8%	17%	83%	0%	0%	0%
E9	0%	17%	0%	0%	8%	83%	92%	0%	0%	0%
E10	0%	8%	0%	58%	8%	25%	92%	0%	0%	8%
E11	8%	25%	0%	75%	0%	0%	92%	0%	0%	0%
E16	17%	17%	0%	67%	0%	17%	83%	0%	0%	0%
E17	17%	17%	0%	75%	0%	8%	83%	0%	0%	0%
E19	8%	20%	0%	75%	8%	8%	83%	0%	0%	0%
E20	0%	8%	0%	67%	0%	25%	100%	0%	0%	0%
E21	8%	8%	0%	8%	8%	8%	83%	75%	0%	0%
E22	50%	92%	0%	8%	0%	0%	50%	0%	0%	0%
E23	8%	25%	0%	75%	0%	0%	92%	0%	0%	0%
E27	8%	42%	0%	17%	0%	0%	92%	42%	0%	0%
E28	8%	17%	0%	50%	0%	17%	92%	17%	0%	0%
E29	8%	17%	0%	75%	8%	8%	83%	0%	0%	0%
E30	8%	33%	0%	67%	8%	0%	83%	0%	0%	0%
E35	0%	75%	0%	8%	0%	0%	100%	17%	0%	0%
E36	8%	58%	0%	42%	0%	0%	92%	0%	0%	0%
E37	17%	17%	0%	50%	17%	33%	67%	0%	0%	0%
E38	0%	8%	0%	33%	83%	50%	17%	8%	0%	0%

Fonte: Dados da Experimentação (2025).

Nesta análise do desempenho individual dos estudantes, ratifica-se a tendência de progresso observada na média geral, permitindo identificar o impacto da intervenção em diferentes perfis de aprendizagem. O indicador mais expressivo na fase de pré-teste é a elevada taxa de questões deixadas em branco: alunos como E3, E20 e E35 apresentaram 100% de

omissão, enquanto a grande maioria da turma manteve índices superiores a 80% nesta categoria. Este cenário inicial aponta para uma ausência quase total de domínio sobre os conteúdos ou processos avaliados antes da aplicação da metodologia.

No pós-teste, verifica-se uma mudança qualitativa no comportamento dos estudantes. A categoria "Em branco" foi zerada para a vasta maioria dos sujeitos (como observado em E7, E9, E10, E11, E16, E17, entre outros), indicando que os alunos adquiriram confiança e repertório para iniciar e desenvolver as resoluções propostas. Esta migração da passividade para a ação refletiu-se diretamente no expressivo crescimento dos acertos parciais, que saltaram de 0% em todos os casos no pré-teste para patamares elevados no pós-teste, atingindo 75% em alunos como E3, E11, E17, E19, E23 e E29.

Quanto ao domínio pleno (acertos totais), os dados revelam ritmos distintos de aproveitamento. Destaca-se o caso do estudante E22, que iniciou com 50% de acertos no pré-teste e evoluiu para 92% no pós-teste, demonstrando uma consolidação quase integral da competência. Outro avanço notável ocorreu com o estudante E35, que evoluiu de 0% de acertos totais para 75%, partindo de um estado de omissão absoluta para um alto nível de aproveitamento.

Podemos analisar que houve um progresso de acertos de todos os estudantes, mas, de acordo com De La Torre (2007, p. 28), “devemos conceber o erro como um sintoma, e não como um mal”, pistas que revelam onde os alunos estão com obstáculos no conhecimento. Nesse sentido, analisamos os erros e os acertos parciais para a próxima seção de cada aluno após a aplicação da atividade experimental.

6.2.3 Categorização e análise dos erros cometidos

Ao aplicarmos o teste de verificação após a experiência com atividades experimentais (pós-teste), identificamos que a maioria dos alunos conseguiu ler os problemas propostos, mas enfrentava um problema de falta de compreensão, ou seja, de interpretação. Por esse motivo, a pesquisadora ajudou a turma a refletir sobre os problemas. Depois que a turma conseguiu identificar o que o problema solicitava, eles não conseguiam resolver as operações básicas. Como a nossa intenção era verificar o conhecimento sobre área de figuras planas, a pesquisadora forneceu uma calculadora para os estudantes que tinham dificuldades de cálculos, tendo em vista que a utilização de instrumentos tecnológicos é orientada pela BNCC (2018) como importante no processo de aprendizagem.

Os obstáculos identificados na fase inicial deste estudo foram validados durante a etapa experimental, corroborando a literatura revisada. Para essa análise, utilizou-se a Teoria de Newman (NEA), visto que ela “destaca-se como uma estrutura abrangente para categorizar tipos de erros em contextos de resolução de problemas”⁸ (Ekasari, Putra, 2024, p. 45). A classificação dessa teoria será organizada pela definição no Quadro 47, por meio de codificação, para facilitar a análise dos dados.

Quadro 47 – Nível da Teoria de Newman

Tipo de erro	Codificação	O aluno não consegue
Leitura (Reading)	L	ler o problema
Compreensão (Comprehension)	C	compreender o que foi lido
Transformação (Transformation)	T	codificar o problema para uma linguagem matemática
Habilidades de Processo (Process Skills)	P	desenvolver os cálculos.
Codificação (Encoding)	E	chegar à resposta final e expressá-la de forma adequada, como por exemplo responde sem a unidade de medida.

Fonte: Adaptado pela autora (2025) com base em Ekasari e Putra (2024).

A sistematização qualitativa das respostas, estruturada sob a lente da Teoria de Newman (NEA) no Quadro 48, utiliza uma categorização para distinguir o desempenho discente. Nessa organização, o verde identifica os acertos integrais e o azul os acertos parciais, ao passo que as respostas incorretas em sua totalidade estão assinaladas em vermelho. Complementarmente, o amarelo indica os itens deixados em branco e o rosa refere-se às questões que foram anuladas.

Quadro 48 – Análise de acertos parciais e erros por estudante/pós-teste

Questões													Erros				
	1	2	3	4	5	6(A)	6(B)	6(C)	7(A)	7(B)	7(C)	8	L	C	T	P	E
E3			E	P	C	E	E	E	E	E	E	E	0%	8%	8%	8%	67%
E7			E	T	E	E	E	E	E	E	E	C	0%	8%	8%	0%	67%
E9			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	83%	0%	0%	0%	0%
E10			C	P	E	I	E	E	E	E	C	P	0%	17%	0%	17%	25%
E11		E			E	E	E	E	E	E	E	E	0%	0%	0%	0%	67%
E16	C			P	E	E	E	E	E	E	E	E	0%	8%	0%	8%	67%
E17			P	E	E	C	E	E	E	E	E	E	0%	8%	0%	8%	67%
E19			E	E	T	E	E	E	E	E	E	E	0%	0%	8%	0%	75%
E20	T		E	E	E	E	E	E	E	C	P	E	0%	8%	8%	8%	67%
E21		C	E										0%	8%	0%	0%	8%
E22			E										0%	0%	0%	0%	8%
E23				E	E	E	E	E	E	E	E	E	0%	0%	0%	0%	75%
E27		E			E								0%	0%	0%	0%	8%

(continua)

⁸ Tradução nossa.

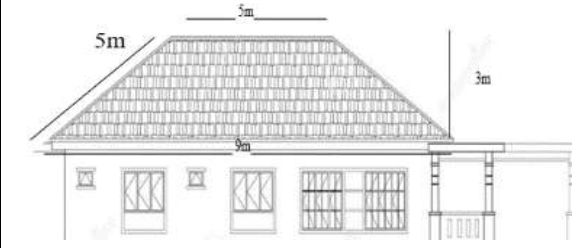
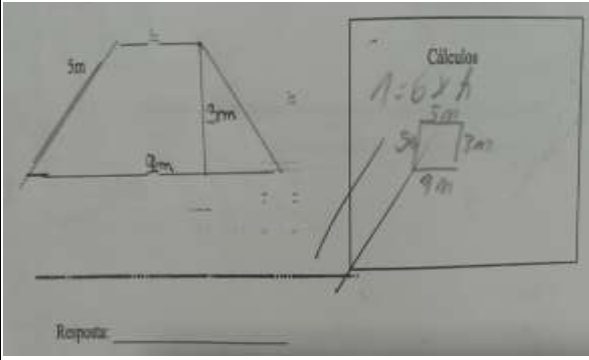
Quadro 48 – Análise de acertos parciais e erros por estudante/pós-teste (continuação)

Questões													Erros				
28			L	L	L	E	E	E	E			E	25%	0%	0%	0%	42%
E29			E	P	P	E	E	E	E	E	L	E	8%	0%	0%	17%	58%
E30			E	P	E			E	E	E	P	E	0%	0%	0%	17%	50%
E35					E								0%	0%	0%	0%	8%
E36				E					E	E	E	E	0%	0%	0%	0%	42%
E37			E	E	C	E	E	E	L	L	L	E	25%	8%	0%	0%	50%
E38	T		E	E	E		C	C	E	L	P	L	17%	17%	8%	8%	33%

Fonte: Dados da Experimentação (2025)

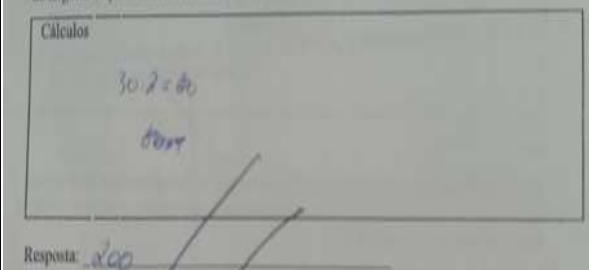
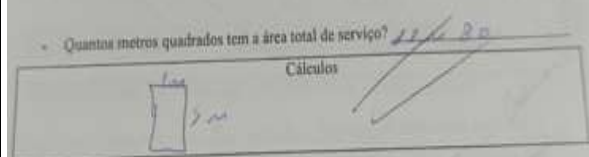
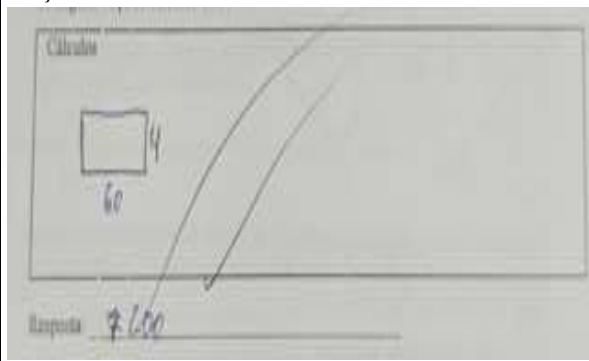
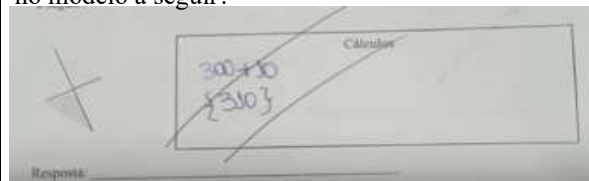
Os erros parciais revelaram uma dificuldade recorrente de codificação por parte dos alunos, de não conseguir expressar o conhecimento adquirido. Para uma compreensão integral das falhas cometidas, realizou-se uma investigação individualizada das respostas incorretas, conforme sistematizado no Quadro 49. Os dados revelam que os equívocos de leitura representam 8% do total, seguidos por 4% de falhas na interpretação, 2% na etapa de transformação e 3% relacionados às habilidades de processo. Os dados revelam que a falta de letramento e de interpretação são obstáculos para a aprendizagem de áreas de figuras planas, mas que fogem do alcance de metas da metodologia aplicada nesse estudo no aspecto de resolução de problema.

Quadro 49 – Análise individuais de estudantes que erraram no pós-teste

Aluno	Questão e resposta observada no pós-teste por aluno	Análise individual
E3	Observe o desenho a seguir da fachada de elevação externa de uma casa. E responda: Qual a área da fachada de elevação externa?   Resposta: _____	Apesar do aluno ter tido frequência reduzida de 33%, o aluno errou completamente apenas uma questão. A tentativa de resolver o problema através da expressão $A=6 \times h$ sugere que o aluno não compreendeu a relação entre as bases e a altura da figura geométrica apresentada. Ao desenhar um quadrado com lados de medidas diferentes (5 m, 9 m, 3 m), fica evidente uma confusão conceitual sobre as propriedades das figuras planas, o que impede a progressão para as etapas de cálculo propriamente ditas.

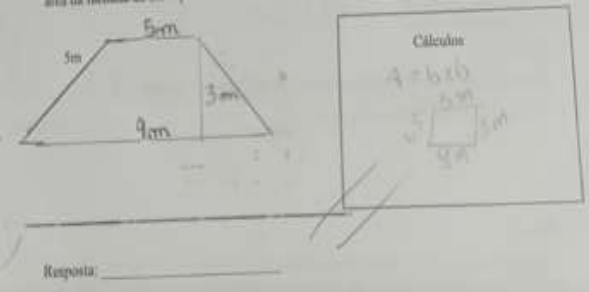
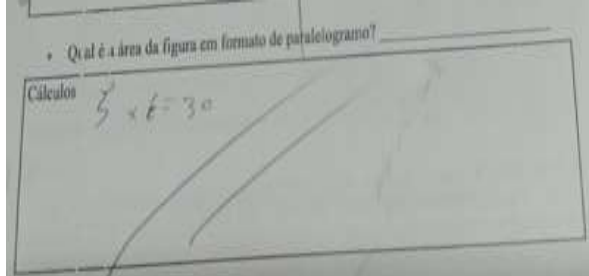
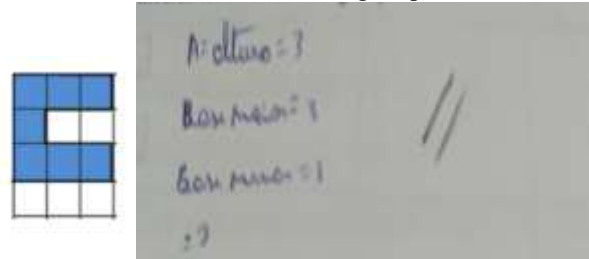
(continua)

Quadro 49 – Análise individuais de estudantes que erraram no pós-teste (continuação)

Aluno	Questão e resposta observada no pós-teste por aluno	Análise individual
E7	O prefeito de uma cidade prometeu duplicar e asfaltar uma rua de 30 m de comprimento e 2 m de largura. Faça os cálculos da nova área desse asfalto. 	O estudante teve assiduidade total (100%), e invalidou apenas duas questões. O aluno demonstra ter realizado a leitura inicial dos dados, identificando as medidas de 30 m e 2 m. Ele chega a realizar o cálculo da área básica ($30 \times 2 = 60$). No entanto, ocorre um erro de compreensão (C) em relação ao comando "duplicar". O estudante ignora a condição de que a rua seria duplicada, o que exigiria dobrar uma das dimensões ou o resultado da área total.
E9	Suponha que você seja um ajudante de pedreiro responsável por revestir uma área de serviço retangular que mede 8 metros de largura por 5 metros de comprimento. Dentro dessa área, há um espaço destinado ao tanque de lavar roupa, com 2 metros de largura por 3 metros de comprimento. Seu chefe pediu as seguintes informações: 	Embora apresentasse baixa participação anteriormente, o estudante atingiu 67% de assiduidade durante as atividades experimentais. Contudo, esse engajamento não se refletiu no desempenho, com 10 erros totais de 12 questões. O diagnóstico indicou que 83% das falhas decorrem de sérias dificuldades de leitura. Como podemos observar na figura ao lado o estudante demonstrou dificuldade na extração das informações contidas no enunciado.
E10	O prefeito de uma cidade prometeu duplicar e asfaltar uma rua de 30 m de comprimento e 2 m de largura. Faça os cálculos da nova área desse asfalto. 	Anteriormente pouco assídua, a aluna alcançou 67% de presença nas atividades experimentais. Mesmo manifestando dificuldades em refletir sobre os desafios por motivos pessoais, ela obteve sucesso na maioria das questões, com apenas 3 erros totais de 12 questões. Embora o aluno tenha montado a estrutura correta para o cálculo da área, identifica-se uma deficiência nas Habilidades de Processo (P), onde o estudante não consegue realizar a operação multiplicativa necessária ao dá a resposta 7200.
E16	A pipa é um brinquedo muito popular no Brasil e, em algumas regiões, é conhecida como 'papagaio'. Para confeccionar uma pipa de papel, é necessário calcular a área do modelo desejado. Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, um vendedor precisará comprar para confeccionar 10 pipas com diagonal menor de 20 cm e 30 cm de diagonal maior, no modelo a seguir? 	O estudante atingiu 83% de presença nas atividades experimentais, embora tenha alegado que fatores pessoais comprometeram sua capacidade de reflexão em certos momentos. O estudante identifica a área unitária da pipa corretamente de 300, mas utiliza a operação de soma para calcular o total de 10 pipas, demonstrando falha na lógica multiplicativa e na formalização da resposta (sem unidade de medida), identificando assim um erro na Habilidade do processo (P).

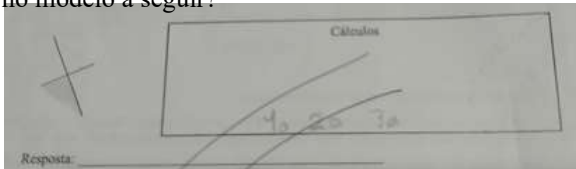
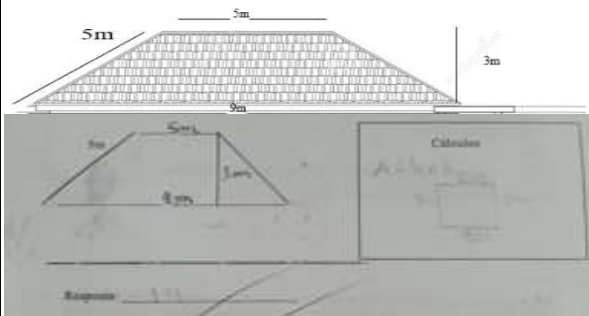
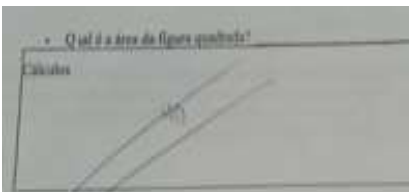
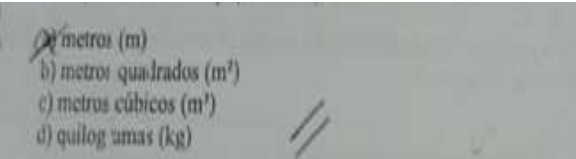
(continua)

Quadro 49 – Análise individuais de estudantes que erraram no pós-teste (continuação)

Aluno	Questão e resposta observada no pós-teste por aluno	Análise individual
E17	Suponha que você seja um ajudante de pedreiro responsável por revestir uma área de serviço retangular que mede 8 metros de largura por 5 metros de comprimento. Dentro dessa área, há um espaço destinado ao tanque de lavar roupa, com 2 metros de largura por 3 metros de comprimento. Seu chefe pediu as seguintes informações: 	O estudante apresentou 100% de assiduidade e um perfil altamente participativo, executando as tarefas com autonomia. Esse comportamento refletiu em seu desempenho, com apenas uma falha total em um conjunto de 12 questões. Identifica-se o erro de compreensão (C) nesta amostra, uma vez que o aluno, embora tenha identificado os dados numéricos, não demonstrou compreender a natureza do problema proposto.
E19	Observe o desenho a seguir da fachada de elevação externa de uma casa. E responda: Qual a área da fachada de elevação externa? 	Com uma participação de 67% na fase experimental, o estudante obteve dois erros totais em 12 questões. A falha de Transformação (T) ocorre quando o estudante tenta codificar o problema para uma linguagem matemática: ele escreve a fórmula $A=b \times b$ (área = base vezes base). Essa escolha indica que ele não domina a fórmula correta do trapézio e tenta aplicar uma lógica de cálculo de áreas quadrangulares a uma figura de bases desiguais.
E20	[...] O lado do quadrado mede 6 cm; a altura do paralelogramo mede 3 cm; o lado oblíquo (inclinado) do paralelogramo mede 5 cm. Para este projeto, ajude o profissional nos cálculos das seguintes áreas para o corte a laser: 	Com uma participação ativa e frequência de 67% na experimentação, o aluno invalidou completamente apenas 2 de 12 questões. O erro fundamental na questão analisada consiste na compreensão (C) das propriedades do paralelogramo. O aluno não conseguiu distinguir a altura (3 cm) do lado oblíquo (5 cm). O estudante, multiplicou a base pelo lado inclinado ($6 \times 5 = 30$), demonstrando que não compreendeu qual grandeza escalar deveria ser utilizada.
E21	Dado que cada quadradinho representa uma unidade de área, responda: Qual a medida total de área da figura pintada? 	Com 83% de presença e postura participativa nas atividades, o aluno E21 alegou razões pessoais para entregar o pós-teste praticamente em branco. Das três questões que ele respondeu, a questão totalmente inválida relacionada na figura ao lado configura-se em um erro de compreensão (C), pois o estudante não compreendeu que era uma contagem da unidade de área e aplica elementos de uma outra figura (trapézio).

(continua)

Quadro 49 – Análise individuais de estudantes que erraram no pós-teste (continuação)

Aluno	Questão e resposta observada no pós-teste por aluno	Análise individual
E28	pipa é um brinquedo muito popular no Brasil e, em algumas regiões, é conhecida como 'papagaio'. Para confeccionar uma pipa de papel, é necessário calcular a área do modelo desejado. Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, um vendedor precisará comprar para confeccionar 10 pipas com diagonal menor de 20 cm e 30 cm de diagonal maior, no modelo a seguir? 	A aluna, que retornou aos estudos após uma interrupção prolongada, demonstrou compromisso ao alcançar 83% de assiduidade, apesar de desafios pessoais prévios. Aos 55 anos, ela enfrenta barreiras no letramento digital (uso da tecnologia) e na leitura das questões. No total de 12 itens, identificou-se 3 erros totais de leitura — exemplificados na figura ao lado pelo uso de dados sem uma interpretação, a aluna apenas transcreveu os números que viu no enunciado.
E29	Observe o desenho a seguir da fachada de elevação externa de uma casa. E responda: Qual a área da fachada de elevação externa 	O estudante demonstrou concentração e uma participação ativa nas atividades, atingindo 67% de frequência. Identifica-se um erro crítico de Processo (P) na obtenção do resultado "14" que pode se referir ao resultado da soma das duas bases ($9+5=14$). Isso indica que, além de não conhecer a fórmula correta, o estudante se confundiu nas operações básicas, substituindo a multiplicação (ou a lógica de área) por uma simples adição de medidas lineares.
E37	[...] O lado do quadrado mede 6 cm; a altura do paralelogramo mede 3 cm; o lado oblíquo (inclinado) do paralelogramo mede 5 cm. Para este projeto, ajude o profissional nos cálculos das seguintes áreas para o corte a laser:  	Apesar da baixa frequência de 33% nas atividades, o estudante manteve uma postura participativa, embora seu desempenho tenha sido impactado por dificuldades de leitura em 3 das 12 questões. Como evidenciado na figura ao lado, a apresentação de números aleatórios e desconexos com o enunciado confirma que o erro total decorre de uma falha na interpretação e no processamento textual das informações do problema.
E38	Marque a alternativa correta do seguinte problema: João estava tomando café e deixou respingar sobre o jornal que estava lendo. O respingo ficou ilegível a unidade de medida da frase: "Aluga-se uma casa espaçosa com área total de 64 ..." Qual das opções abaixo completa a frase do anúncio da maneira correta para indicar a medida da área (o tamanho do espaço interno) da casa? 	O estudante era limitado de liberdade e cumpria pena pela FASEPA. Embora tenha demonstrado interesse e participação ativa nas tarefas propostas, seu desempenho no teste de verificação registrou um índice de erro superior a 50%. Na questão analisada observamos que o estudante reconhece a unidade de medida padrão (metro), mas não consegue transformá-la para a dimensão correta exigida pelo enunciado, caracterizando-se por um erro de Transformação.

Fonte: Análise da pesquisadora, dados da Experimentação (2025).

Os dados revelaram que a maior barreira cognitiva para o domínio pleno dos conteúdos reside na etapa de Codificação (E). Este tipo de erro, definido pela dificuldade em expressar a resposta final de forma adequada, apresenta os maiores índices percentuais na amostra, atingindo 75% em estudantes como E19, E23 e E20. A recorrência da categoria "E" tanto nos acertos parciais quanto nos erros totais indica que, embora os discentes consigam avançar pelas etapas de leitura, compreensão e processamento dos cálculos, falham na formalização e conclusão do raciocínio matemático.

6.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA (VALIDAÇÃO QUANTITATIVA)

Como forma de facilitar as análises estatísticas e para termos uma melhor compreensão da evolução ao longo dos testes, determinamos conceitos por intervalo de notas conforme o Quadro 50.

Quadro 50 – Conceito de notas

INTERVALO DAS NOTAS	CONCEITO
0-2,5	RUIM
2,5 - 5,0	REGULAR
5,0 - 7,5	BOM
7,5 - 10,0	ÓTIMO

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os dados referentes ao desempenho dos alunos nos testes inicial (pré-teste) e final (pós-teste), organizados no Quadro 51, serviram de base para uma análise qualitativa e quantitativa dos participantes.

Quadro 51 – Notas do Pré/Pós-teste

Estudante	Nota		CONCEITO	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
E3	0	6,5	RUIM	BOM
E7	1	5	RUIM	BOM
E9	0,5	1	RUIM	RUIM
E10	0,5	4,5	RUIM	REGULAR
E11	0,5	7	RUIM	BOM
E16	0,5	6	RUIM	BOM
E17	1	6	RUIM	BOM
E19	0,5	6,5	RUIM	BOM
E20	0	6	RUIM	BOM
E21	0,5	2	RUIM	RUIM

(continua)

Quadro 51 – Notas do Pré/Pós-teste (continuação)

Estudante	Nota		CONCEITO	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
E22	2,5	9,5	REGULAR	ÓTIMO
E23	0	7,5	RUIM	ÓTIMO
E27	0,5	5,5	RUIM	REGULAR
E28	0	4	RUIM	REGULAR
E29	0	6,5	RUIM	BOM
E30	0,5	7,5	RUIM	ÓTIMO
E35	0	6,5	RUIM	BOM
E36	0,5	8,5	RUIM	ÓTIMO
E37	1	5,5	RUIM	BOM
E38	0,5	3,5	RUIM	REGULAR

Fonte: Pré/ pós-teste, (2025).

O desempenho do aluno é mensurado por meio de uma escala de progressão que quantifica o avanço entre os quatro níveis conceituais (Ruim, Regular, Bom e Ótimo). A métrica de variação registra quantos patamares o estudante subiu em relação à avaliação anterior, como mostra o Quadro 52: o nível 0 indica estabilidade (Estável); o nível 1 representa um avanço de uma categoria (evolução razoável); o nível 2 reflete o salto de duas categorias (evolução considerável); e o nível 3 demonstra a evolução máxima possível no sistema, indicando que o aluno migrou do conceito inicial 'Ruim' diretamente para o 'Ótimo' (evolução excepcional).

Quadro 52 – Desempenho do discente

Estudante	CONCEITO		Nível	Variação
	Pré-teste	Pós-teste		
E3	RUIM	BOM	2	Considerável
E7	RUIM	BOM	2	Considerável
E9	RUIM	RUIM	0	Estável
E10	RUIM	REGULAR	1	Razoável
E11	RUIM	BOM	2	Considerável
E16	RUIM	BOM	2	Considerável
E17	RUIM	BOM	2	Considerável
E19	RUIM	BOM	2	Considerável
E20	RUIM	BOM	2	Considerável
E21	RUIM	RUIM	0	Estável
E22	REGULAR	ÓTIMO	2	Considerável
E23	RUIM	ÓTIMO	3	Máxima
E27	RUIM	REGULAR	1	Razoável
E28	RUIM	REGULAR	1	Razoável
E29	RUIM	BOM	2	Considerável
E30	RUIM	ÓTIMO	3	Máxima
E35	RUIM	BOM	2	Considerável

(continua)

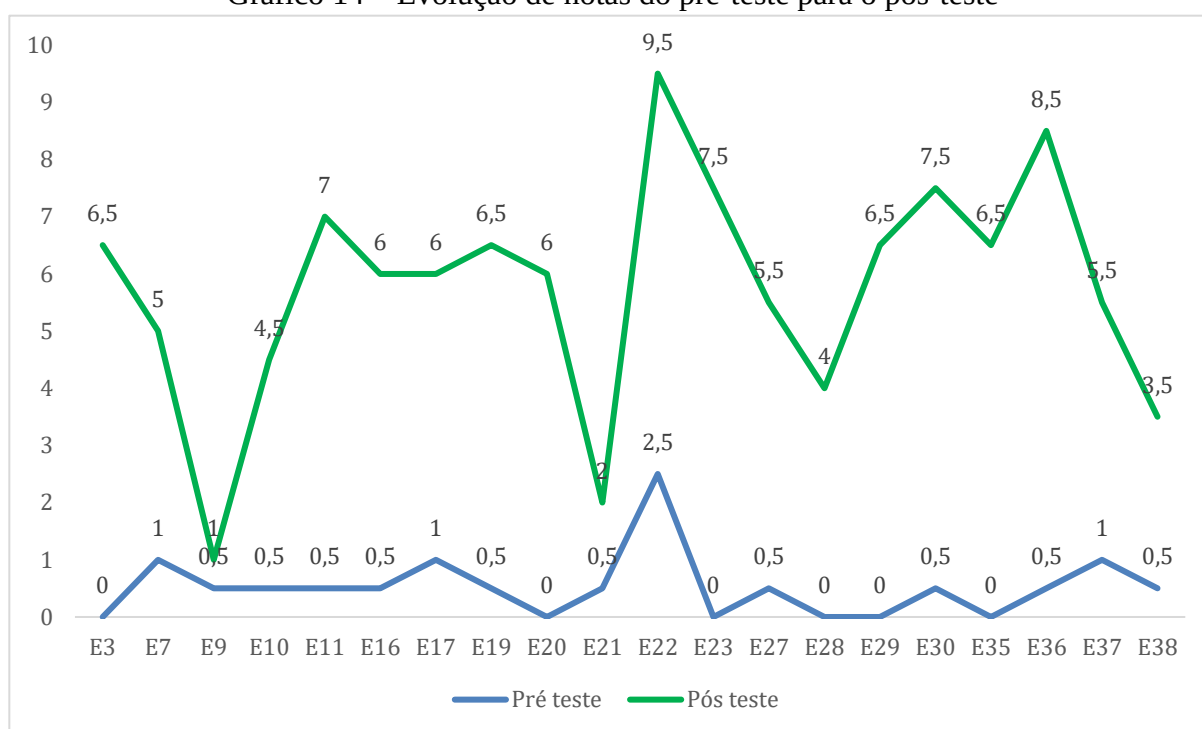
Quadro 52 – Desempenho do discente (continuação)

Estudante	CONCEITO		Nível	Variação
	Pré-teste	Pós-teste		
E36	RUIM	ÓTIMO	3	Máxima
E37	RUIM	BOM	2	Considerável
E38	RUIM	REGULAR	1	Razoável

Fonte: Pré/ pós-teste, (2025).

No gráfico 14 a seguir, podemos observar a evolução individual dos estudantes em relação às suas respectivas notas nos testes realizados.

Gráfico 14 – Evolução de notas do pré-teste para o pós-teste



Fonte: Pré/ pós-teste (2025).

O gráfico mostra a evolução considerável do pré-teste para o pós-teste; na próxima análise, aplicaremos um teste estatístico aplicado no teste de verificação.

6.3.1 Teste Exato de Fisher

Aplicamos o teste estatístico Exato de Fisher para verificar se há uma associação significativa entre o nível de desempenho do discente e as questões socioeducacionais dos 20 alunos pesquisados. A escolha desse teste é porque as variáveis analisadas são qualitativas, e para este teste, primeiro determinaremos as seguintes hipóteses:

Hipótese Nula (H0): Não há associação significativa.

Hipótese Alternativa (H1): Existe associação significativa.

O nível de significância determinado por α (alfa) é de 5%, ou seja, que o tipo de erro é 5%. E, para a tomada de decisão se há uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis, faremos uma comparação com o p-valor determinado pelo teste estatístico, que refere à probabilidade de observar os resultados. Se $p > \alpha$, aceitamos a hipótese nula (H0) e pressupomos que não há associação significativa, e se $p \leq \alpha$, aceitamos a hipótese alternativa (H1) e pressupomos que há associação. Com essas determinações, observaremos o valor de p no Quadro 53 a seguir:

Quadro 53 – Valor p das relações entre o nível do desempenho e as variáveis pesquisadas

Relação entre as variáveis		Valor - p	Associação
Nível do desempenho do discente	Sexo	0,689	Não
Nível do desempenho do discente	Estado civil	0,123	Não
Nível do desempenho do discente	Possui filhos	0,617	Não
Nível do desempenho do discente	Atividade laboral	0,150	Não
Nível do desempenho do discente	Gosto pela matemática	0,403	Não
Nível do desempenho do discente	Frequência que se distrai	0,707	Não
Nível do desempenho do discente	Quanto ao despertar de interesse nas atividades matemáticas	0,160	Não
Nível do desempenho do discente	Estuda fora da escola	0,776	Não
Nível do desempenho do discente	Possui ajuda nas tarefas escolares	1,00	Não
Nível do desempenho do discente	Sabe relacionar a matemática com o dia a dia	0,141	Não
Nível do desempenho do discente	Motivo de estar na EJA	0,314	Não
Nível do desempenho do discente	Lembra de ter estudado	0,228	Não

Fonte: Elaborado pela autora (2024), Jamovi (2022).

Ao testar as relações entre essas variáveis, resultou-se em um p-valor $> 0,05$ entre todas as variáveis. Visto que esse resultado é maior que o nível de significância adotado ($\alpha=5\%$) e, pela nossa tomada de decisão, aceitou-se a hipótese inicial e rejeitou-se a hipótese alternativa, concluindo-se que o nível de desempenho dos alunos não tem associação com nenhuma das questões socioeducacionais.

6.3.2 Teste de Hipótese

Com o intuito de avaliar a relevância do aprendizado após as práticas experimentais da SD, realizou-se um teste de hipótese para amostras pareadas, pois se trata de dois momentos com a mesma turma, com nível de significância (α) de 5%. Esse valor representa o risco de rejeitar a hipótese nula, sendo ela verdadeira. O estudo utilizou uma amostra de 20 participantes (n), comparando a média aritmética do pré-teste (μ_1) com a média aritmética do pós-teste (μ_2).

Deste modo, testaremos as seguintes hipóteses:

Hipótese Nula (H0): média do pós-teste $\leq$ média do pré-teste, ou seja, $\mu_2 - \mu_1 \leq 0$.

Hipótese Alternativa (H1): média do pós-teste $>$ média do pré-teste, ou seja, $\mu_2 - \mu_1 > 0$.

Para uma tomada de decisão seguiremos as seguintes regras:

- Se t calculado $\leq t$ crítico $\Rightarrow$ Aceita-se H0

- Se t calculado $> t$ crítico $\Rightarrow$ Rejeita-se H0

Com essas determinações faremos uma análise no Quadro 54 das seguintes variáveis:

x – Pré-teste

y – Pós-teste

d- Diferença das notas dos pós e pré-testes

d^2 – quadrado da diferença das notas dos pós e pré-testes

Σ - Somatória

Quadro 54 – Amostra da experimentação

Estudante	x	y	d	d^2
E3	0,0	6,5	6,5	42,3
E7	1,0	5,0	4,0	16,0
E9	0,5	1,0	0,5	0,3
E10	0,5	4,5	4,0	16,0
E11	0,5	7,0	6,5	42,3
E16	0,5	6,0	5,5	30,3
E17	1,0	6,0	5,0	25,0
E19	0,5	6,5	6,0	36,0
E20	0,0	6,0	6,0	36,0
E21	0,5	2,0	1,5	2,3
E22	2,5	9,5	7,0	49,0
E23	0,0	7,5	7,5	56,3
E27	0,5	5,5	5,0	25,0
E28	0,0	4,0	4,0	16,0
E29	0,0	6,5	6,5	42,3
E30	0,5	7,5	7,0	49,0
E35	0,0	6,5	6,5	42,3
E36	0,5	8,5	8,0	64,0
E37	1,0	5,5	4,5	20,3
E38	0,5	3,5	3,0	9,0
μ	0,525	5,75		
Σ			104,5	619,3

Fonte: Dados do pré/pós-teste (2025).

De acordo com os dados do quadro acima, buscaremos o desvio padrão amostral das diferenças (Sd), valor t calculado e o valor crítico (tc), para uma análise final do teste estatístico de hipótese.

Diante disso, buscaremos os elementos para o desvio padrão amostral (Sd), que é calculado por meio da seguinte expressão:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}}$$

Para o desenvolvimento deste cálculo iremos dividir em oito etapas:

1ª etapa:

A somatória dos quadrados das diferenças identificadas no Quadro 54 por $\sum d^2$ é igual a 619,3, então a próxima etapa é o cálculo da $\frac{(\sum d)^2}{n}$, dado que $\sum d = 104,5$ e $n = 20$

$$\frac{(\sum d)^2}{n} = \frac{104,5^2}{20} = \frac{10920,25}{20} = 546,25$$

2ª etapa:

Para esta etapa iremos atras do cálculo do grau de liberdade que é determinado por $n-1$.
 $n-1 = 20-1 = 19$

3ª etapa:

Substituiremos os valores encontrados na fórmula do desvio padrão

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{619,3 - 546,25}{19}} = \sqrt{\frac{73,05}{19}} = \sqrt{3,8448} = 1,96$$

4ª etapa:

Após o cálculo do desvio padrão iremos buscar o valor t calculado através da fórmula

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Para esta etapa precisaremos encontrar o valor de $\bar{d}$ através da expressão $\frac{\sum d}{n}$

$$\bar{d} = \frac{104,5}{20} = 5,225$$

5ª etapa:

Para o cálculo do desvio padrão precisaremos do Erro Padrão (EP) que é determinado através da fórmula $\frac{sd}{\sqrt{n}}$

$$EP = \frac{1,964}{\sqrt{20}} = \frac{1,964}{4,472} = 0,439$$

6ª etapa:

Substituição de valores encontrados na fórmula do t calculado

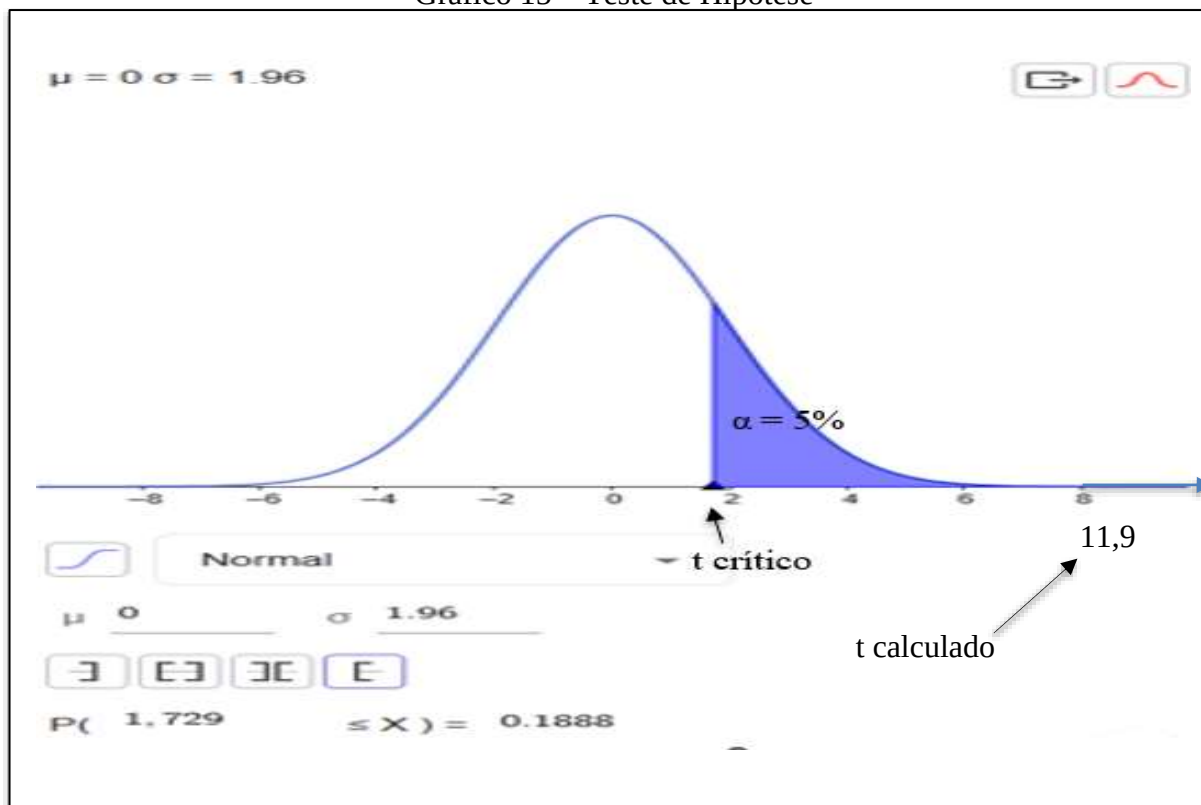
$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{n}}} = \frac{5,225}{0,439} = 11,90$$

7ª etapa:

Para esta etapa, iremos em busca do valor t crítico com base na Tabela t de Student e em um grau de liberdade de 19 (Anexo D). O valor identificado na tabela fixou em 1,729. Esse valor refere-se a uma probabilidade duplicada de 10% para abranger ambas as caudas, partindo de um α unicaudal de 0,05. O t calculado superou o valor crítico estabelecido; a hipótese nula foi descartada em favor da hipótese alternativa.

Por fim, faremos uma análise gráfica representada no Gráfico 15 para uma melhor visualização dos dados.

Gráfico 15 – Teste de Hipótese



Fonte: Software Geogebra (2024), dados da experimentação (2025).

A evolução das notas após a atividade experimental apresentou significância estatística ao nível de 5% com 95% de confiança. A análise do teste de hipótese revelou que o t calculado está posicionado na região crítica, que é infinita para a direita, afastado do limite do t crítico, o que fornece evidências sólidas para afirmar que a intervenção pedagógica resultou em um ganho de aprendizagem mensurável para os discentes.

6.4 CONFRONTO ENTRE A ANÁLISE A PRIORI E A POSTERIORI

Para compreendermos o real impacto das atividades propostas na Sequência Didática, confrontamos agora as hipóteses de partida (análise a priori) com a experiência das atividades experimentais (análise a posteriori). Esse exercício de comparação é fundamental para validar quais competências foram consolidadas pelos estudantes ao longo do processo. No comparativo (Quadro 55), sistematizamos o 'antes' e o 'depois' da aplicação, apontando a eficácia pedagógica de cada etapa realizada.

Quadro 55 – Confronto entre análise a priori e a posteriori

Atividades	Análise a priori	Análise a posteriori	Validação
Área do Retângulo	As atividades com os slides aguçarão o interesse dos alunos em buscar soluções. Esse processo será enriquecido pela proatividade dos grupos com observações e conclusões de descobertas. Posteriormente, um representante do grupo irá defender as conclusões para a turma. O fechamento ocorrerá com a intervenção da docente, que definirá formalmente a regra matemática para o cálculo de áreas retangulares, irá sanar as possíveis dúvidas sobre o assunto e corrigirá os erros das equipes que tiveram conclusões inválidas.	Os alunos demonstraram grande interesse e proatividade ao explorarem o material didático, enfrentando poucos desafios no preenchimento do quadro de registro. Embora alguns grupos tenham demorado a perceber que poderiam simplificar o cálculo da área sem contar cada unidade individualmente, a turma alcançou 75% de êxito em suas deduções. O ambiente de debate favoreceu o protagonismo estudantil, evidenciado pela satisfação dos representantes ao exporem seus raciocínios. Notou-se, inclusive, o potencial inclusivo da atividade ao despertar a motivação do aluno E21, que encontrou na atividade um estímulo para superar seu desânimo inicial e participar ativamente. O encerramento da aula contou com a mediação da professora, que consolidou os conceitos, tirou dúvidas e validou as conclusões construídas coletivamente.	Validada

(continua)

Quadro 55 – Confronto entre análise a priori e a posteriori (continuação)

Atividades	Análise a priori	Análise a posteriori	Validação
Área do Quadrado	Nesta etapa, os alunos utilizarão os slides de apoio com autonomia, aproveitando a familiaridade com o método utilizado na aula anterior para agilizar a execução das tarefas. Ao interagirem com o material, espera-se que eles percebam que a contagem individual de quadrados é desnecessária, identificando que o cálculo da área pode ser feito pela multiplicação das medidas dos lados, notando inclusive a igualdade entre eles. Em seguida, os estudantes trabalharão em grupos para trocar percepções. Após essa interação, os resultados e conclusões serão conferidos coletivamente. Por fim, a professora consolidará o conhecimento, transformando as descobertas dos alunos em conceitos formais e propondo exercícios complementares sobre o cálculo de áreas de quadrados e retângulos.	O uso dos slides fluiu de forma rápida alcançando 19 minutos e 15 segundos mais rápido que a primeira atividade, pois os estudantes já estavam familiarizados com a dinâmica. Esse entrosamento favoreceu o debate em grupo e a inclusão dos colegas que faltaram anteriormente. Favorecendo assim 100% de conclusões válida e parcialmente válidas, apesar de 50% da turma tiverem dificuldades em expressar suas observações. Após discutirem entre si, as equipes expuseram suas conclusões para o restante da classe. O resultado predominante ficou evidente que, mesmo notando a igualdade dos lados do polígono, os discentes consolidaram o entendimento de que a área é o produto do comprimento pela largura, talvez pela dinâmica da atividade anterior. A professora teve que fazer observações dos conceitos de área de um quadrado no momento da institucionalização.	Validada
Área do Paralelogramo	Durante a manipulação dos slides, os alunos perceberão que a contagem direta de quadrados não funciona para o paralelogramo, devido às suas partes incompletas. Nesse momento, a docente intervirá propondo a transformação da figura em uma forma estudada anteriormente. Espera-se que os estudantes descubram que é possível converter o paralelogramo em um retângulo ao mover uma de suas partes, compreendendo que a área se mantém a mesma, pois as peças apenas mudaram de lugar. O processo segue com debates em equipe e a verificação das lógicas utilizadas por cada grupo. Por fim, a professora consolidará o conhecimento cientificamente e passará atividades complementares sobre o cálculo da área dessa figura geométrica.	Durante a realização dos experimentos conduzidos pelos slides, os estudantes demonstraram facilidade em identificar e redescobrir os conceitos propostos. O diálogo entre os grupos mostrou-se essencial, visto que cada atividade trazia novos desafios, como a necessidade de decompor o paralelogramo para compreender sua estrutura. Após registrarem suas observações, 100% das equipes concluíram que o cálculo deveria ser feito multiplicando a base pela altura. No momento de expor e fundamentar essas ideias para a turma, os alunos apresentaram maior segurança e preferiram utilizar a lousa para mediar o debate coletivo, em vez de recorrerem aos notebooks como em aulas anteriores.	Validada

(continua)

Quadro 55 – Confronto entre análise a priori e a posteriori (continuação)

Atividades	Análise a priori	Análise a posteriori	Validação
Área do Triângulo	Ao iniciarem a exploração dos slides, os estudantes encontrarão maior complexidade na análise visual, uma vez que a disposição dos quadradinhos no triângulo dificulta a contagem direta. É provável que tentem repetir estratégias usadas para o quadrado ou o paralelogramo e encontrem obstáculos. Diante disso, a mediação docente sugerirá a duplicação da forma geométrica. A expectativa é que a turma perceba que a união de dois triângulos idênticos resulta em um retângulo, o que facilita o cálculo; a partir daí, devem concluir que a área de um único triângulo corresponde à metade da área desse retângulo formado. O processo seguirá com discussões em equipe para o refinamento das ideias e a posterior conferência coletiva dos resultados.	No primeiro slide, notou-se o empenho dos estudantes em deduzir a contagem das unidades de área, mas não obtiveram êxito. Por essa dificuldade já prevista na análise a priori, a pesquisadora colocou uma peça semelhante a figura (triângulo) e indagou a turma: Essa nova peça ajudará vocês em suas observações? o grupo G3 destacou-se pela rapidez na resposta. Nessa atividade 80% das equipes tiveram dificuldades em registrar as observações discutidas pela equipe, apesar de não terem tido dificuldades em registrar o quadro de observações e de 80% das equipes conseguirem ter conclusões válidas. Para finalizar, as conclusões de cada grupo, os representantes das equipes foram a lousa pra defender suas conclusões, apesar de terem ficados cansados, promoveram um debate coletivo juntamente com a pesquisadora sobre as estratégias adotadas.	Validada
Área do Trapézio	Durante a exploração dos slides, os alunos terão uma dificuldade inicial superior às tarefas anteriores, pois o trapézio apresenta uma configuração mais complexa. No entanto, ao aplicarem o raciocínio de duplicação de figuras, espera-se que eles percebam que dois trapézios iguais podem compor um paralelogramo. A descoberta central será que a base dessa figura resultante é a junção das duas bases do trapézio ($B+b$), resultando na fórmula da área $(B+b) \times h$ e que para obter a área de apenas um dos trapézios, os discentes entenderão a necessidade de dividir o resultado por dois. Após essa fase de descoberta, os estudantes trabalharão em grupos para trocar ideias e validar seus resultados. Para encerrar, a docente intervirá para consolidar os conceitos matemáticos explorados e propor atividades de aprofundamento.	O estudo do trapézio representou o maior desafio para os alunos durante a manipulação do material digital. Devido a obstáculos na interpretação da primeira figura, o tempo dedicado aos debates em equipe foi superior ao das tarefas anteriores. As dificuldades não foi em montar um outro polígono para facilitar a contagem das unidades de área, e sim de expressar na escrita que a base do paralelogramo formado é a união de uma base maior com uma base menor, por isso obtivemos 80% de observações inválidas. Não tiveram dificuldades em registrar as conclusões, pois 100% destas foram válidas. Por fim os representantes das equipes foram registrar as conclusões para a turma e a professora retirou as possíveis dúvidas e erros.	Validada

(continua)

Quadro 55 – Confronto entre análise a priori e a posteriori (continuação)

Atividades	Análise a priori	Análise a posteriori	Validação
Área do Losango	Nesta atividade, a exploração do material digital será mais desafiadora, pois o cálculo da área do losango exige um raciocínio diferente das figuras anteriores. Antecipa-se que os alunos tentem decompor a figura, mas precisem de auxílio para enxergar a transformação necessária. Nesse momento, a docente sugerirá a fragmentação do losango em quatro triângulos. A expectativa é que os discentes descubram que essas partes podem formar um retângulo cuja base é a própria diagonal maior e a altura é a metade da diagonal menor, chegando assim à expressão matemática da área. Após discutirem essas percepções em grupo e conferirem os resultados com a turma, a professora realizará a explicação técnica definitiva e apresentará atividades de aprofundamento.	Durante o primeiro slide analisado os alunos tiveram dificuldade em transformar o losango em um retângulo como havíamos previsto na análise a priori e confirmado por eles mesmos de que 50% das equipes relataram de que o losango foi o polígono mais difícil de observação. Devido essas dificuldades a pesquisadora dividiu o losango em 4 triângulos, foi quando as equipes começaram a discutir e obtiveram 80% de conclusões válidas embora 60% das observações foram inválidas, devido as equipes não conseguirem observar que tinha que dividir por 2 uma das diagonais. Isso ocorreu porque os elementos do losango — suas diagonais — diferem das propriedades dos polígonos estudados anteriormente. No momento da defesa das equipes, os alunos aplicaram os conceitos de comprimento e altura às diagonais, evidenciando uma transferência de aprendizagem das atividades anteriores. Posteriormente, os resultados foram organizados no quadro para uma análise conjunta com a turma, momento em que a professora interveio para solucionar dúvidas e corrigir erros de compreensão identificadas.	Validada
Teste de verificação	Para a Q1, que demanda apenas o reconhecimento de simbologias de unidades de medida, antecipa-se um desempenho satisfatório que deve evoluir no pós-teste. De igual modo, na Q2, prevê-se facilidade, dado o bom rendimento identificado na fase diagnóstica sobre o tema. Por outro lado, a Q3 representa um desafio analítico superior; nela, os alunos podem enfrentar obstáculos na execução de algoritmos e na interpretação de problemas práticos complexos, corroborando a literatura que indica dificuldades na aplicação de competências em áreas de figuras planas. Em relação às questões Q4 a Q8, inseridas na categoria aplicar, projeta-se que os discentes apresentem dificuldades iniciais no uso de fórmulas durante o pré-teste, uma vez que a diagnose apontou lacunas no conhecimento prévio sobre geometria plana. Contudo, espera-se que após as Atividades experimentais os alunos lembrem do processo de como calcular as áreas.	Após a realização das atividades experimentais, observou-se um progresso no desempenho dos alunos em diversos níveis cognitivos. Na Q1 (conhecimento factual), o ganho foi de 10%, enquanto na Q2 (conhecimento conceitual), o acréscimo de 60% refutou as expectativas prévias devido ao seu alto impacto. O destaque maior ficou para o intervalo entre a Q4 e a Q8, referente ao nível de aplicação, com uma elevação de 72% nos acertos. Esses dados, comprovados estatisticamente, atestam o sucesso da abordagem prática para a aprendizagem.	Validada

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da experimentação (2025).

Os achados deste estudo apontam que o uso de experimentos em sala de aula facilitou a apreensão de saberes geométricos pelo grupo analisado. Essa realidade tornou-se clara por meio dos registros autorais dos alunos e dos resultados obtidos nos testes aplicados. A troca do uso automático de fórmulas pela compreensão prática permitiu que os discentes da EJA desenvolvessem maior protagonismo em seu processo educativo.

Além do mais, essa metodologia aplicada surtiu efeitos que vão além da esfera cognitiva, pois o engajamento com as atividades experimentais despertou os alunos apáticos e/ou desgastados pela jornada do dia em alunos mais proativos e participativos. Assim, o processo educativo assumiu-se como uma 'terapia do saber', em que o desafio pedagógico prevaleceu sobre as dificuldades cotidianas.

Desse modo, o produto educacional aplicado mostrou potencial para a evolução na aprendizagem de áreas de figuras planas, assim como favoreceu o desenvolvimento pessoal dos estudantes. Consideramos que a sequência didática utilizada na etapa da experimentação está validada como sugestão para que outros profissionais da educação matemática possam implementá-la em suas salas de aula.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou efeitos na aprendizagem por meio de atividades experimentais no ensino de áreas de figuras planas em uma turma da 4.^a etapa da EJA, como uma estratégia altamente eficaz para as especificidades da modalidade EJA. Por meio do itinerário metodológico da Engenharia Didática, foi possível observar, por meio de planejamento, execução e análise, que a intervenção pedagógica não se limitou à assimilação de conceitos geométricos. Os resultados revelaram o interesse pelo saber e pelo engajamento ativo nas tarefas propostas por parte da turma pesquisada (4.^a etapa da EJA). Para grande parte dos participantes, a descoberta vivenciada do conceito matemático foi o que permitiu a transição de um aprendizado mecânico para uma formação marcada pela autonomia e pela regularidade na participação das atividades escolares.

Na etapa de planejamento, a investigação da fundamentação teórica e o levantamento de dados indicaram que, apesar da relevância desse conhecimento para a sociedade e diretrizes documentais, o tema ainda impõe desafios significativos aos estudantes da EJA ao serem submetidos a um ensino tradicionalista como meros receptores do conhecimento.

Na execução da aplicação do produto educacional por meio de uma sequência didática, demonstrou-se que o engajamento dos alunos aumenta quando estes são colocados como protagonistas na construção do conhecimento. Os dados obtidos durante as seis atividades experimentais (A1 a A6) evidenciaram uma compreensão sólida. A eficácia da intervenção foi comprovada estatisticamente pela evolução da média geral no pós-teste para 76%, além da redução drástica das omissões das questões para 9%. O teste de hipóteses confirmou a relevância do aprendizado com 95% de confiança, ratificando que o ganho cognitivo não foi casual, pois foi comprovado estatisticamente.

A análise dos dados evidenciou que os estudantes, em sua maioria trabalhadores, restringem sua dedicação acadêmica ao ambiente escolar, não possuindo planejamento acadêmico. Portanto, propõe-se, para estudos futuros, a análise do potencial das atividades experimentais enquanto instrumentos avaliativos no contexto da Educação de Jovens e Adultos.

Dessa maneira, espera-se que este estudo contribua para novas investigações voltadas para o ensino da EJA, que está em busca de uma educação igualitária. Ao validar o uso de atividades experimentais na EJA, este trabalho entrega à comunidade acadêmica e aos docentes um produto educacional testado, que não apenas melhora o desempenho cognitivo do aluno da EJA, mas promove o engajamento do aluno da EJA.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- _____, COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia didática: características e seus procedimentos metodológicos. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 65-77, 2008.
- _____, SILVA, Maria José Ferreira da. Engenharia didática: evolução e diversidade. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 22-52, 2012.
- ARAÚJO, Cícero Ronyel de; NETA, Natércia de Andrade Lopes. As implicações do ensino tradicional e inovador para a aprendizagem de matemática na modalidade EJA. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 5., 2017, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2017.
- ARAÚJO, Evando Santos; SILVA, Jurandir Manoel Lopes da. Cálculo de Áreas de Regiões Planas Irregulares: currículo, soluções numéricas e produto educacional para o Ensino Médio. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 97-117, 2025.
- ARAÚJO, Taiane de Oliveira Rocha; SILVA, Jonson Ney Dias da. O cálculo de perímetro e de área de figuras planas: dificuldades encontradas pelos alunos da EJA. **Educação Matemática em Revista**, Vitória da Conquista (BA), v. 5, n. 11, jan./abr. 2020.
- ARTIGUE, Michèle. Ingeniería didáctica. In: ARTIGUE, Michèle; DOUADY, Régine; MORENO, Luis. **Ingeniería didáctica en educación matemática: un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas**. Bogotá: Una empresa docente, 1995. cap. 4, p. 33-59.
- BARBOSA, João Lucas Marques. **Geometria Euclidiana plana**. Rio de Janeiro: SBM, 1997. (Coleção do Professor de Matemática).
- BELLEMAIN, P. M. B.; BIBIANO, M. F. A.; SOUZA, C. F. Estudar grandezas e medidas na educação básica. **Em Teia**, Recife, v. 9, 2018.
- BERENGUER, Maria Izabel Salles. **A Aplicação da Engenharia Didática no Ensino das Ciências Exatas**. [S. l.: s. n.], 2010.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Matrizes de referência do Encceja**. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/encceja/outros-documentos>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- _____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sinopse Estatística do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos**. Brasília: Inep, 2023. Disponível

em:<https://www.gov.br/inep/pt-br/acao-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/encceja>. Acesso em: 12 set. 2024.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Mulheres predominam em estudos, pesquisas e exames educacionais**. [Brasília], 8 mar. 2023. Disponível em:<https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/institucional/mulheres-predominam-em-estudos-pesquisas-e-exames-educacionais>. Acesso em: 28 set. 2024.

_____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 24 maio 2024.

_____. **Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996... Brasília, DF: Presidência da República, [2008]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11741.htm. Acesso em: 04 fev. 2026.

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

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 174 p.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta Curricular para a Educação de Jovens e Adultos: segundo segmento do ensino fundamental: 5ª a 8ª série**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

CAMPOS, Paulo Policarpo. **Matemática sociocultural versus matemática acadêmica no contexto do futuro professor: um estudo etnomatemático**. 2018. 154 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

CARNEIRO, V. C. G. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. **Zetetiké**, v. 13, n. 23, p. 125-147, jan./jun. 2005.

CASTILHO, C. R. de; FIGUEIREDO, H. de A.; RODRIGUES, C. K. Engenharia Didática como metodologia de pesquisa e dispositivo metodológico para a sala de aula. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 22, n. 3, p. 429–456, 2020.

CASTRO, Daniela Bonfim de. **Concepções de professores sobre ensino e aprendizagem da geometria plana na educação de jovens e adultos dos CEJAs de Cuiabá/MT**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

CHEVALLARD, Yves. **La notion de système didactique**. Grenoble: Pensée Sauvage, 1982.

DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris**: matemática: ensino fundamental 2. 2. ed. São Paulo: Ática, 2015.

DE LA TORRE, Saturnino. **Aprender com os erros**: o erro como estratégia de mudança. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos de Matemática Elementar**: geometria plana. 9. ed. São Paulo: Atual, 1993. v. 9.

DOURADO, Daniela Lopes Oliveira et al. Direito à Educação: a invisibilidade da EJA na BNCC. **Revista de Políticas Públicas e Gestão Educacional (POLIGES)**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 203–220, 2021.

EKASARI, Aprilita; PUTRA, Don Jaya. Error Analysis of Learners' Problem-Solving Abilities in Mathematics Courses: A Newman Error Analysis (NEA) Approach. **Jurnal Pendidikan Sains**, Malang, v. 12, n. 1, p. 44-49, mar. 2024.

ETIMOLOGÍAS DE CHILE. **ÁREA**. [S. l.: s. n., s. d.]. Disponível em: <http://etimologias.dechile.net/?a.rea>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FIGUEIRA, Priscila Virgínia Salles Teixeira; FREITAS, Patrícia Martins de. Relação entre ansiedade matemática, memória de trabalho e controle inibitório: uma meta-análise. **Bolema**, Rio Claro, v. 34, 2020.

FOSSA, John A. (org.). **O Olho do Mestre**: dez livros-textos históricos. Campina Grande: EDUEPB, 2021. E-book. (Coleção Caroá; v. 3).

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **Convivências**: educação de jovens e adultos: práticas em matemática: 2º segmento: etapas 7 e 8. 1. ed. São Paulo: FTD, 2024. v. 2.

GEOGEBRA Group. **GeoGebra**. Versão 6.0. [S. l.]: International GeoGebra Institute, 2024. Software de matemática dinâmica. Disponível em: <https://www.geogebra.org>. Acesso em: 5 jun. 2024.

GIOVANNI, José Ruy; CASTRUCCI, Benedito; GIOVANNI JÚNIOR, José Ruy. **A conquista da matemática**: educação de jovens e adultos: 4ª etapa. São Paulo: FTD, 2001.

GIOVANNI, José Ruy; PARENTE, Eduardo. **Aprendendo matemática**: 5ª série. São Paulo: FTD, 2007.

GUIMARÃES JUNIOR, S. D. et al. Tendências atuais em educação matemática: uma revisão de literatura. **REVASF**, Petrolina, v. 13, 2022.

HAYDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de didática geral**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2011. (Série Educação).

JAMOVI PROJECT, The. **jamovi** (Version 2.3). [Computer Software]. 2022. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 14 jan. 2026.

JUNGES, D. L. V. A participação da família no ensino e na aprendizagem da matemática escolar. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 1, 2017.

LIMA, Elon Lages. **Medida e forma em geometria**: comprimento, área, volume e semelhança. Rio de Janeiro: SBM, 1991.

MAFRA, José Ricardo de Souza; SÁ, Pedro Franco de. Uma perspectiva teórica para o ensino de matemática por atividades experimentais. **Revista Exitus**, Santarém, v. 13, p. 01-21, 2023.

MENDES, Iran Abreu. **Ensino de matemática com atividades de pesquisa**. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

MOL, Rogério Santos. **Introdução à história da matemática**. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

MOLON, Lorena. **As aplicações e contribuições da geometria plana na educação de jovens e adultos no ensino fundamental por meio de unidade de aprendizagem**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2011.

MORAES, Alice Ferry de; OLIVEIRA, Telma Maria de. Experiências relacionadas ao levantamento de teses e dissertações **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 20, n. 1, p. 73-81, jan./abr. 2010.

NOVA EJA moderna: educação de jovens e adultos: 2º segmento: etapas 5 e 6. Editora responsável: Maria Cecília da Silva Veridiano. São Paulo: Moderna, 2024. v. 1.

OLIVEIRA, Guilherme Saramago de. **Metodologia do Ensino de Matemática**: fundamentos teóricos e práticos. Uberlândia, MG: FUCAMP, 2020.

OLIVEIRA, Vanessa Rodrigues de. **O ensino de áreas de figuras planas por atividades experimentais**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Parauapebas, 2024.

ONAGA, Dulce Satiko. As medidas e a compreensão da realidade. In: BRASIL. Ministério da Educação. **Matemática e suas Tecnologias**: livro do professor: ensino fundamental. Brasília, DF: Inep, 2014.

PACHECO, Mirela Stefânia. **Geometria plana e inclusão digital**: uma experiência a partir do cotidiano dos alunos EJA. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PACHECO, M. S.; GIRAFFA, L. M. M. Matemática do dia a dia: construindo conhecimentos a partir do cotidiano dos alunos EJA. **RENOTE**, v. 8, n. 2, jul. 2010.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

PEREIRA, A. S. et al. **Metodologia da pesquisa científica**. [S. l.]: UFSM, 2018. E-book.

PIMENTEL, Fernando; BENEVIDES, Fabrício Siqueira; AZEVEDO, Italândia F. de; CELEDÔNIO, Tadeu. **Material estruturado**: matemática: área de figuras planas: conceito de área, área de polígonos, aplicações. Revisão de Antônio Caminha M. Neto. [S. l.]: SISEDU – Sistema Online de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional, 2022.

PIRES, Célia Maria Carolino. **Educação matemática**: caminhos e desafios. Porto Alegre: Mediação, 2002.

PROFESSOR GURU. **Tabela T Student**. [S. l.: s. n.], 2026. Disponível em: https://professorguru.com.br/wa_files/tabela-t-student.pdf. Acesso em: 13 abr. 2026.

QUINTINO, Moacir José; MACCARINI, Justina Inês Carbonera Motter. **Matemática**: ensino fundamental – 5ª a 8ª séries. Curitiba: Educarte, 1998. v. 4. (Educação de Jovens e Adultos: Contemporânea).

REDLING, Julyette Priscila. **A Metodologia de Resolução de Problemas**: concepções e práticas pedagógicas de professores de matemática do ensino fundamental. 2011. [Monografia/Dissertação] – [Instituição], 2011.

ROGERI, Norma Kerches de Oliveira. Geometria: leitura e representação da realidade. In: BRASIL. Ministério da Educação. **Matemática**: livro do estudante: ensino fundamental. 2. ed. Brasília, DF: MEC/Inep, 2006.

ROQUE, Tatiana; PITOMBEIRA, João Bosco. **Tópicos de história da matemática**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2012. (Coleção PROFMAT).

SÁ, Pedro Franco de. **Possibilidades do Ensino de Matemática por Atividades**. Belém: SINEPEM, 2019.

_____. et al. O uso da descoberta para o ensino de área de figuras planas. In: SÁ, Pedro Franco de. **Matemática por atividades**: experiências didáticas bem sucedidas. Petrópolis: RJ: Vozes, 2014.

_____. As atividades experimentais no ensino de matemática. **REMATEC**, v. 15, n. 35, p. 143–162, dez. 2020.

_____. **Possibilidades da resolução de problemas em aulas de matemática**. Coordenadores: Fernando Cardoso de Matos, Raimundo Otoni Melo Figueiredo, Reginaldo da Silva. Belém: IFPA, 2021. 121 p. (Coleção II SINEPEM; v. 2).

SANTANA, Ivanilde da Conceição. **Professores de Matemática na Educação de Jovens e Adultos**: o pensamento geométrico no centro das atenções. 2010. 237 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, Luciana Pinto dos; SILVA, Maria de Lourdes; SÁ, Pedro Franco de. Diagnóstico do ensino de área de figuras planas na EJA. In: SEMINÁRIO DE COGNIÇÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2024, Belém. **Anais [...]**. Belém, 2024.

SANTOS, Renan Luiz; LUCAS, Célia Oliveira; MORAES, Juliane Cristine Pinho de. O livro didático de matemática na EJA: uma análise de coleções do PNLD. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 7., 2020, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2020.

SCIENCE MAGAZINE. **Blombos Cave engravings**. [S. l.], 2015. Apud DANTE, Luiz Roberto. Projeto Teláris: matemática: ensino fundamental 2. 2. ed. São Paulo: Ática, 2015.

SILVA, Pedro Lopes da; LAFFIN, Maria Hermínia Lage Fernandes. O direito ao acesso e à permanência escolar na sua relação com o currículo da Educação de Jovens e Adultos: a ótica dos gestores. **Revista Cocar**, Belém, n. 31, p. 1-22, 2024.

SULEIMAN, A. R. Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. **Educação: Teoria e Prática**, v. 25, n. 48, p. 200, abr. 2015.

TODA MATÉRIA. **Rio Nilo**. [S. l.], 2026. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/rio-nilo>. Acesso em: 8 jan. 2026.

TREVISAN, André Luis; AMARAL, Roseli Gall do. A Taxionomia revisada de Bloom aplicada à avaliação: um estudo de provas escritas de Matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 24, jan./abr. 2016.

VALENÇA, Josaphar Silva. **Uma análise crítica sobre o ensino de área de figuras planas na educação de jovens e adultos**: um estudo localizado no município de Angra dos Reis. 2016.

VASCONCELOS, Sâmela Duarte. **As atividades práticas como estratégia de ensino de Matemática na modalidade EJA**. 2016. 51 f. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Goiás, Formosa, 2016.

WARSI, Karl et al. **O livro da matemática**. Tradução de Maria da Anunciação Rodrigues. 2. ed. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2020.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) DA ANÁLISE A PRIORI



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu/Nós, (pesquisadores) convida(mos) você a participar do estudo denominado: Diagnóstico do ensino de área de figuras planas na 4ª da EJA. Informamos que seu pai/mãe ou responsável legal permitiu a sua participação. Pretendemos saber as dificuldades de aprendizagem de alunos da EJA quando estudam área de figuras planas no ensino fundamental. Gostaríamos muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. Outros jovens e adultos participarão desta investigação e são maiores de 18 anos de idade. Participarão desta investigação discentes (jovens e adultos) vinculados à primeira etapa do ensino médio de instituições públicas. Os participantes responderão a um questionário e resolverão um teste de verificação de conhecimentos sobre o assunto. Caso aconteça algo errado, você, seus pais ou responsáveis poderá(ão) nos procurar pelos contatos que estão no final do texto. A sua participação é importante para colaborar com melhorias para o ensino de matemática nas escolas públicas e com os estudos acadêmicos. As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando desta investigação; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados obtidos poderão ser publicados, mas sem identificar (dados pessoais, vídeos, imagens e áudios de gravações) dos participantes (jovens e adultos).

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, _____ aceito participar desta investigação denominada: Diagnóstico do ensino de área de figuras planas na 4ª da EJA. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsável legal. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da investigação/estudo.

Belém/Pa, _____ de agosto de 2024

Assinatura do estudante

Pesquisador responsável

Obs:

Qualquer dúvida a respeito desta investigação, você poderá entrar em contato com: **Maria de Lourdes Silva Santos e/ ou Ana Kely Martins da Silva (orientadoras deste estudo)** por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PMPEM) do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará(UEPA): Tv. Djalma Dutra s/n Telégrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010; fone: 4009-9542

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) DA EXPERIMENTAÇÃO



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu/Nós, (pesquisadores) convida(mos) você a participar desta investigação: O ensino de área de figuras planas na 4ª etapa da Educação de Jovens e Adultos por meio de atividades experimentais. Pretendemos saber quais os possíveis efeitos de aprendizado no ensino por atividade experimental aplicada no estudo de área de figuras planas no ensino fundamental. Gostaríamos muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. Outros jovens e adultos participarão desta investigação e são maiores de 15 anos de idade. Participarão desta investigação discentes (jovens e adultos) vinculados à 4ª etapa de instituições públicas. Esses alunos responderão questionários, realizarão testes de sondagem de aprendizagem sobre área de figuras planas e farão parte de uma intervenção prática-experimental. Caso aconteça algo errado, você ou responsáveis poderá(ão) nos procurar pelos contatos que estão no final do texto. A sua participação é importante para colobarar com melhorias para o ensino de matemática nas escolas públicas e com estudos academicos. As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando deste estudo; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados obtidos poderão ser publicados, mas sem identificar (dados pessoais, vídeos, imagens e áudios de gravações) dos participantes (jovens e adultos).

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu, _____ aceito participar deste estudo denominado: O ensino de área de figuras planas na 4ª etapa da Educação de Jovens e Adultos por meio de atividades experimentais. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsável legal. Li e quero/concordo em participar da investigação/estudo.

Belém/Pa, _____ de agosto de 2025.

Assinatura do estudante

Pesquisador responsável

Obs:

Qualquer dúvida a respeito deste estudo, você poderá entrar em contato com: Maria de Lourdes Silva Santos e/ou Pedro Franco de Sá (orientadores deste estudo) por meio da Coordenação do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PMPEM) do Centro de Ciências Sociais e Educação(CCSE) da Universidade do Estado do Pará(UEPA): Tv. Djalma Dutra s/n.Telegrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010; fone: 4009-9542

ANEXO C – QUESTIONÁRIO SOCIOEDUCACIONAL DA ANÁLISE A PRIORI



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS ASSOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

Prezado(a) aluno (a),

Estamos realizando um estudo que busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Para o êxito deste trabalho necessitamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua cooperação e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

1- **Idade:** _____ anos 2- **Gênero:** ☐ M. ☐ F. ☐ outro 3- **Etapas:** ____ do ens. médio/EJA

4- **Tipo de escola que estuda?** ☐ Municipal ☐ Estadual ☐ conveniada

5- **Você já ficou em dependência?** ☐ Não ☐ Sim. Em quais disciplinas? _____

6- **Qual a escolaridade do seu pai?**

☐ Superior ☐ Médio ☐ Fundamental ☐ Fundamental incompleto ☐ Não estudou ☐ desconheço

7- **Qual a escolaridade do seu mãe?**

☐ Superior ☐ Médio ☐ Fundamental ☐ Fundamental incompleto ☐ Não estudou ☐ desconheço

8- **Você exerce alguma atividade remunerada?**

☐ Não exerço nenhuma atividade

☐ motorista ☐ carpinteiro ☐ vendedor(a) ☐ vigia ☐ ajudante de pedreiro ☐ dona de casa

☐ empregada doméstica ☐ servente ☐ pedreiro ☐ porteiro (a) ☐ autônomo outro: _____

9- **Você gosta de Matemática?** ☐ Não gosto ☐ Suporto ☐ Gosto um pouco ☐ Adoro

10- **As aulas de Matemática despertam sua atenção em aprender os conteúdos ensinados?**

☐ sim ☐ não ☐ às vezes

11- **Com que frequência você estuda matemática fora da escola?**

☐ Todo dia ☐ Somente nos finais de semana ☐ No período de prova ☐ Só na véspera da prova

☐ Não estudo fora da escola.

12- **Quem lhe ajuda nas tarefas de matemática?**

☐ Professor particular ☐ Família ☐ Ninguém ☐ Outros. Quem? _____

13- **Você consegue relacionar os conteúdos matemáticos ensinados em sala de aula com seu dia a dia?**

☐ Sim ☐ Não

14- Antes de frequentar a EJA quanto tempo você passou fora da escola regular?

☐ Nenhum ☐ 1 ano ☐ 2 anos ☐ 3 anos ☐ 4 anos ☐ 5 anos ☐ 6 anos ☐ 7 anos ☐ mais de 8 anos

15-Seu professor de matemática do ano anterior que você estar, demonstrava domínio do conteúdo?

☐ Sim ☐ Não ☐ Não lembro

16- No ano anterior que você estar, você conseguia entender as explicações dadas nas aulas de matemática? ☐ Sempre ☐ Quase sempre ☐ Às vezes ☐ Poucas vezes ☐ Nunca ☐ Não lembro

17. Como você avalia as explicações do seu professor de matemática do ano anterior que você estar? ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Boa ☐ Excelente ☐ Não lembro

18-Como você se sente quando está diante de uma avaliação em matemática?

☐ Contente ☐ tranquilo ☐ com Medo ☐ preocupado ☐ com Raiva ☐ com calafrios

19- No ano anterior que você estar, quais formas de atividades e/ou trabalho o seu professor (a) de matemática mais utilizou para a avaliação da aprendizagem?

☐ Provas/simulado ☐ Testes semanais ☐ Seminários ☐ Pesquisas ☐ Projetos ☐ não lembro

☐ Outros, quais? _____

20- Você já estudou área de figuras planas? ☐ Sim ☐ Não

21- Se você na questão acima respondeu sim, diga em qual ano ou etapa? _____

22- Quando você estudou área de figuras planas, a maioria das aulas iniciaram:

- ☐ Pela definição seguida de exemplos e exercícios;
- ☐ História do assunto para depois explorar os conceitos;
- ☐ com uma situação problema para depois introduzir o assunto;
- ☐ Com um modelo para situação e em seguida analisando o modelo;
- ☐ com jogos para depois sistematizar os conceitos.

23- Para praticar o conteúdo de área de figuras planas seu professor de matemática costumava com mais frequência:

- ☐ Apresentar uma lista de exercícios para serem resolvidos;
- ☐ Apresentar jogos envolvendo o assunto;
- ☐ Solicitar que os alunos resolvessem os exercícios do livro didático;
- ☐ Não propunha questões de fixação;
- ☐ Solicitava que os alunos procurassem questões sobre o assunto para resolver.

ANEXO D – TABELA T STUDENT

Distribuição t-Student: valores t_c tais que $P(-t_c \leq t \leq t_c) = 1 - p$																	
	p ►	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%	8%	6%	5%	4%	2%	1%	0,2%
Graus de Liberdade	1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,276	1,963	3,078	6,314	7,916	10,579	12,706	15,895	31,821	63,657	318,309
	2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,930	3,320	3,896	4,303	4,849	6,965	9,925	22,327
	3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	2,605	2,951	3,182	3,462	4,541	5,841	10,215
	4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,333	2,601	2,776	2,999	3,747	4,604	7,173
	5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,191	2,422	2,571	2,757	3,365	4,032	5,893
	6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,104	2,313	2,447	2,612	3,143	3,707	5,208
	7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,046	2,241	2,365	2,517	2,998	3,499	4,785
	8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,004	2,189	2,306	2,449	2,896	3,355	4,501
	9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	1,973	2,150	2,262	2,398	2,821	3,250	4,297
	10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	1,948	2,120	2,228	2,359	2,764	3,169	4,144
	11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	1,928	2,096	2,201	2,328	2,718	3,106	4,025
	12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	1,912	2,076	2,179	2,303	2,681	3,055	3,930
	13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	1,899	2,060	2,160	2,282	2,650	3,012	3,852
	14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	1,887	2,046	2,145	2,264	2,624	2,977	3,787
	15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	1,878	2,034	2,131	2,249	2,602	2,947	3,733
	16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	1,869	2,024	2,120	2,235	2,583	2,921	3,686
	17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	1,862	2,015	2,110	2,224	2,567	2,898	3,646
	18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	1,855	2,007	2,101	2,214	2,552	2,878	3,610
	19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	1,850	2,000	2,093	2,205	2,539	2,861	3,579
	20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	1,844	1,994	2,086	2,197	2,528	2,845	3,552
	21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	1,840	1,988	2,080	2,189	2,518	2,831	3,527
	22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	1,835	1,983	2,074	2,183	2,508	2,819	3,505
	23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	1,832	1,978	2,069	2,177	2,500	2,807	3,485
	24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	1,828	1,974	2,064	2,172	2,492	2,797	3,467
	25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	1,825	1,970	2,060	2,167	2,485	2,787	3,450
	26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	1,822	1,967	2,056	2,162	2,479	2,779	3,435
	27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	1,819	1,963	2,052	2,158	2,473	2,771	3,421
	28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	1,817	1,960	2,048	2,154	2,467	2,763	3,408
	29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	1,814	1,957	2,045	2,150	2,462	2,756	3,396
	30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	1,812	1,955	2,042	2,147	2,457	2,750	3,385

Fonte: Recorte de https://professorguru.com.br/wa_files/tabela-t-student.pdf, acesso em 13/04/2026.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUADRO DE ASSUNTO DA ANÁLISE A PRIORI

Nº	Área de figuras planas	Você lembra de ter estudado?		Qual grau de dificuldade que você teve para aprender?			
		Sim	Não	Muito Fácil	Fácil	Difícil	Muito Difícil
1	História de medidas de área						
2	Conceito de área						
3	Unidade de medida de área						
4	Significado do metro quadrado						
5	Múltiplos de metro quadrado						
6	submúltiplos de metro quadrado						
7	Transformação de medidas de área						
8	Área do retângulo						
9	Área do quadrado						
10	Área do paralelogramo						
11	Área do triângulo						
12	Área do losango						
13	Área do trapézio						
14	Área do círculo						
15	Problema envolvendo área do retângulo com figuras						
16	Problema envolvendo área do retângulo sem figuras						
17	Problema envolvendo área do quadrado com figuras						
18	Problema envolvendo área do quadrado sem figuras						
19	Problema envolvendo área do paralelogramo com figuras						
20	Problema envolvendo área do paralelogramo sem figuras						
21	Problema envolvendo área do triângulo com figuras						
22	Problema envolvendo área do triângulo sem figuras						
23	Problema envolvendo área do losango com figuras						
24	Problema envolvendo área do losango sem figuras						
25	Problema envolvendo área do trapézio com figuras						
27	Problema envolvendo área do trapézio sem figuras						
28	Problema envolvendo área do círculo com figuras						
29	Problema envolvendo área do círculo sem figuras						
30	Área de figuras irregulares						

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOEDUCACIONAL DA EXPERIMENTAÇÃO



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS ASSOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

Prezado(a) aluno(a) da 4ª etapa da EJA

Estamos realizando um estudo que busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Para o êxito deste trabalho necessitamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua cooperação e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

1- Idade: _____ anos

2- Gênero: ☐ M. ☐ F. ☐ outro

3- Estado civil: ☐ Solteira(o) ☐ Casada(o) ☐ Viúvo(a)

4- Você tem filhos? ☐ sim ☐ não

5- Você exerce alguma atividade remunerada?

☐ Não exerço nenhuma atividade ☐ vendedor(a) ☐ ajudante de pedreiro ☐ empregada doméstica

☐ outra: _____

6- Você gosta de matemática? ☐ Sim ☐ Não ☐ Suporto ☐ Gosto um pouco ☐ Adoro

7- Com que frequência você se distrai nas aulas de matemática?

☐ Nunca, eu sempre presto atenção

☐ Sempre, eu não consigo prestar atenção

☐ Às vezes, quando estou muito cansado(a) ou com problemas em casa.

☐ Às vezes, quando a aula não está interessante.

8- As aulas de Matemática despertam sua atenção em aprender os conteúdos ensinados?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes

9- Com que frequência você estuda matemática fora da escola?

☐ Todo dia ☐ Somente nos finais de semana ☐ No período de prova ☐ Só na véspera da prova ☐ Não estudo fora da escola.

10- Quem lhe ajuda nas tarefas de matemática?

☐ Professor particular ☐ Meu professor(a) da escola ☐ Família ☐ Namorado(a) ☐ Ninguém

11- Você consegue relacionar os conteúdos matemáticos ensinados em sala de aula com seu dia a dia?

☐ Sim ☐ Não

12- Porque você está na EJA?

☐ Parei de estudar por um período ☐ Repeti de ano ☐ Desisti no decorrer do ano

14- Você já estudou área de figuras planas? ☐ Sim ☐ Não ☐ Não lembro

15- Se você na questão acima respondeu sim, diga em qual ano ou etapa? _____

APÊNDICE C – TESTE DE VERIFICAÇÃO DA ANÁLISE A PRIORI

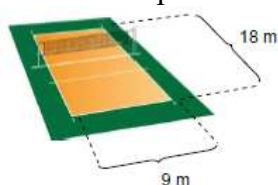
TESTE DE VERIFICAÇÃO DE ÁREA DE FIGURAS PLANAS

ATENÇÃO! Instruções para preenchimento

1. Marque apenas uma resposta por questão
2. Todas as questões devem ser respondidas com caneta azul ou preta
3. Preencher totalmente o espaço no cartão resposta, conforme o modelo ao lado: ●

QUESTÃO 1: As dimensões oficiais de uma quadra de vôlei estão indicadas na figura abaixo e a área da quadra abaixo corresponde a:

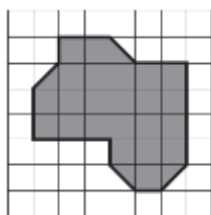
- a) 162 m^2
- b) 126 m^2
- c) 166 m^2
- d) 122 m^2



QUESTÃO 2: O lado de cada quadrado da malha quadriculada, abaixo, mede 1 cm.

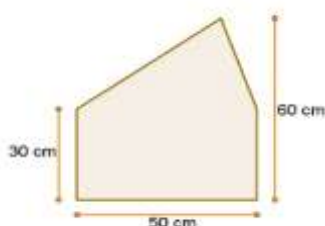
A área da figura sombreada mede

- A) 20 cm^2 .
- B) 25 cm^2 .
- C) 23 cm^2 .
- D) 27 cm^2



QUESTÃO 3: Calcule a medida da área do pentágono na figura a seguir, considerando as medidas indicadas na ilustração.

- a) 2250 cm^2
- b) 1500 cm^2
- c) 750 cm^2
- d) 3000 cm^2



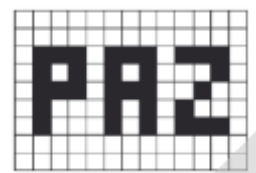
QUESTÃO 4: (ENCEJA/ 2018) Em um município, a legislação prevê a relação adequada entre o número de alunos e a área da sala de aula. Para isso, estabelece que a área destinada ao professor não seja inferior a 2,5 metros quadrados e, a cada aluno, não seja inferior a 1,3 metro quadrado. Pretende-se construir uma sala de aula que comporte um professor e 34 alunos. Para isso, há quatro projetos de sala de aula em

QUESTÃO 5: (ENEM/2014) A maior piscina do mundo, registrada no livro *Guinness*, está localizada no Chile, em San Alfonso del Mar, cobrindo um terreno de 8 hectares de área. Sabe-se que 1 hectare corresponde a 1 hectômetro quadrado. Qual é o valor, em metros quadrados, da área coberta pelo terreno da piscina?

- a) 80 m^2
- b) 800 m^2
- c) $80\,000 \text{ m}^2$
- d) $8\,000 \text{ m}^2$

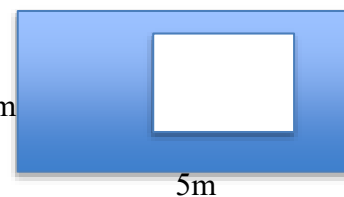
QUESTÃO 6: Utilizando, como unidade de medida, o quadradinho do papel quadriculado, a área da palavra PAZ representada abaixo é igual a:

- a) 31 quadradinhos
- b) 18 quadradinhos
- c) 45 quadradinhos
- d) 50 quadradinhos



QUESTÃO 7: A figura abaixo representa uma parede que será revestida de azulejo e o espaço da janela corresponde a 2 m^2 . Portanto são necessários quantos metros quadrados de azulejo para revestir essa parede?

- a) 16 m^2
- b) 13 m^2
- c) 8 m^2
- d) 15 m^2



QUESTÃO 8: Um arquiteto está projetando um jardim em formato de triângulo retângulo. As medidas dos dois lados perpendiculares do triângulo são 6

formato retangular, conforme dimensões descritas.

Projeto I: 5 m por 8 m;

Projeto II: 5 m por 9 m;

Projeto III: 6 m por 7 m;

Projeto IV: 6 m por 8 m.

Qual o projeto a ser usado para a construção da sala de aula?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV

QUESTÃO 9: (ENCCEJA/2018) Uma comunidade rural de um estado brasileiro possui 4 hectares de terra, em forma quadrada, para plantação de cana. Sabe-se que 1 hectare equivale a uma área de 10 000 m². Dessa forma, a medida do lado, em metro, das terras dessa comunidade é:

- a) 40 000
- b) 400
- c) 20 000
- d) 200

QUESTÃO 10: O piso de um quarto de formato quadrado será totalmente revestido com 144 lajotas quadradas.

Se cada lajota tem 0,3 m de lado, então o lado do piso deste quarto, em metros, mede

- a) 18,8
- b) 4,8
- c) 3,6
- d) 43,2



metros e 8 metros, respectivamente. O arquiteto precisa calcular a área do jardim para determinar a quantidade de grama necessária para cobrir o espaço. Essa quantidade será de quantos metros quadrados?

- a) 24 m²
- b) 28 m²
- c) 15 m²
- d) 14 m²

CARTÃO RESPOSTA:

MATEMÁTICA					
01 -	A	B	C	D	E
02 -	A	B	C	D	E
03 -	A	B	C	D	E
04 -	A	B	C	D	E
05 -	A	B	C	D	E
06 -	A	B	C	D	E
07 -	A	B	C	D	E
08 -	A	B	C	D	E
09 -	A	B	C	D	E
10 -	A	B	C	D	E

RASCUNHO

APÊNDICE D – PRÉ-TESTE/PÓS -TESTE DA EXPERIMENTAÇÃO



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS ASSOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

Belém/Pa, 27 de agosto de 2025.

Prezado(a) aluno (a),

Estamos realizando um estudo que busca a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática da 4ª etapa da EJA. Para o êxito deste trabalho precisamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua cooperação e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

Item 1

Marque a alternativa correta do seguinte problema:

João estava tomando café e deixou respingar sobre o jornal que estava lendo. O respingo ficou ilegível a unidade de medida da frase: “Aluga-se uma casa espaçosa com área total de 64 ...”

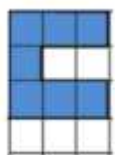
Qual das opções abaixo completa a frase do anúncio da maneira correta para indicar a medida da área (o tamanho do espaço interno) da casa?

- a) metros (m)
- b) metros quadrados (m^2)
- c) metros cúbicos (m^3)
- d) quilogramas (kg)

Item 2

Dado que cada quadradinho representa uma unidade de área, responda:

Qual a medida total de área da figura pintada?"



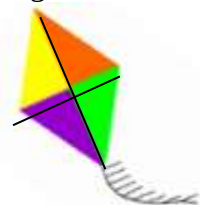
Item 3

Um pintor precisa pintar 4 paredes retangulares. Cada parede mede 10 metros de comprimento por 5 metros de altura. Na loja, ele verificou que uma lata de tinta rende $500 m^2$. Uma lata de tinta será suficiente para pintar as 4 paredes? Se sim, quantas paredes, no máximo, ele conseguiria pintar com uma lata?

Cálculos

Item 4

A pipa é um brinquedo muito popular no Brasil e, em algumas regiões, é conhecida como 'papagaio'. Para confeccionar uma pipa de papel, é necessário calcular a área do modelo desejado. Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, um vendedor precisará comprar para confeccionar 10 pipas com diagonal menor de 20 cm e 30 cm de diagonal maior, no modelo a seguir?



Cálculos

Item 5

Observe o desenho a seguir da fachada de elevação externa de uma casa. E responda: Qual a área da fachada de elevação externa?



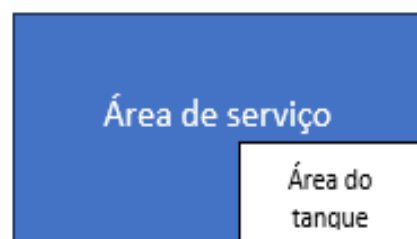
Cálculos

Item 6

Suponha que você seja um ajudante de pedreiro responsável por revestir uma área de serviço retangular que mede 8 metros de largura por 5 metros de comprimento. Dentro dessa área, há um espaço destinado ao tanque de lavar roupa, com 2 metros de largura por 3 metros de comprimento. Seu chefe pediu as seguintes informações:

- a) Quantos metros quadrados tem a área total de serviço?

Cálculos



- b) Quantos metros quadrados tem a área destinada ao tanque?

Cálculos

- c) Quantos metros quadrados de revestimento, no mínimo, serão necessários para cobrir a área de serviço, **excluindo** a área destinada ao tanque?

Cálculos

Item 7

Um designer de marketing está desenvolvendo um projeto de logotipo para corte a laser. O logotipo é composto pela união de um quadrado e um paralelogramo, conforme a figura a seguir. As medidas do logotipo são:

- O lado do quadrado mede 6 cm.
- A altura do paralelogramo mede 3 cm.
- O lado oblíquo (inclinado) do paralelogramo mede 5 cm.



Para este projeto, ajude o profissional nos cálculos das seguintes áreas para o corte a laser:

- a) Qual é a área da figura quadrada?

Cálculos

- b) Qual é a área da figura em formato de paralelogramo?

Cálculos

- c) Qual a área total do logotipo?

Cálculos

Item 8

O prefeito de uma cidade prometeu duplicar e asfaltar uma rua de 30m de comprimento e 2m de largura. Faça os cálculos da nova área desse asfalto

Cálculos

APÊNDICE E – DIAGNOSE DA METODOLOGIA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL
SEGUNDO OS ALUNOS DA EXPERIMENTAÇÃO



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA

Belém/Pa, 27 de agosto de 2025.

Prezado(a) aluno (a), _____

Para o êxito deste trabalho precisamos de sua colaboração respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua cooperação e garantimos que as informações prestadas serão mantidas em total anonimato.

1- Como você avalia a metodologia de atividade experimental aplicada no aprendizado de área de figuras planas?

☐ Excelente ☐ Boa ☐ Regular Ruim

2- Qual o nível de aprendizagem que você avalia a atividade experimental aplicada no aprendizado de área de figuras planas?

☐ Difícil ☐ Fácil ☐ Depende do polígono

3- Qual foi o polígono que você teve dificuldades para obter a conclusão?

☐ Retângulo ☐ Quadrado ☐ Paralelogramo ☐ Triângulo ☐ Trapézio ☐ Losango

4- Escreva sobre a sua experiência com a atividade de área de figuras planas:

APÊNDICE F – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO DA ÁREA DO RETÂNGULO E QUADRADO

QUESTÃO 1:

Qual a fórmula que usamos para calcular a área de um retângulo? _____

QUESTÃO 2:

Qual a fórmula que usamos para calcular a área de quadrado? _____

QUESTÃO 3:

Qual a unidade de medida para encontrar a medida da área de

- a) um caderno _____
b) de uma parede _____

QUESTÃO 4:

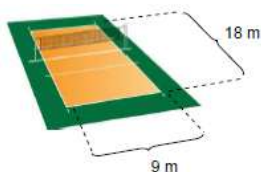
Milena deseja colocar um papel de parede nas 4 paredes do seu quarto. As medidas das paredes do quarto de Milena são de 3m de comprimento e 2 m de altura. Quantos metros quadrados ela precisará comprar no mínimo de papel?

Cálculos:

Resposta: _____

QUESTÃO 5:

As dimensões oficiais de uma quadra de vôlei estão indicadas na figura a seguir:



Qual a área que corresponde a essa quadra?

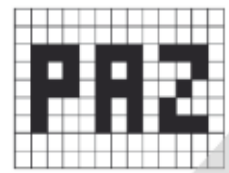
Cálculos:

Resposta: _____

QUESTÃO 6:

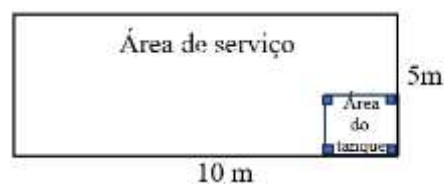
Marque a alternativa correta utilizando, como unidade de medida, o quadradinho do papel quadriculado, a área da palavra PAZ representada abaixo é igual a:

- a) 31 quadradinhos
b) 18 quadradinhos
c) 45 quadradinhos
d) 50 quadradinhos



QUESTÃO 7:

Suponha que você seja um ajudante de pedreiro responsável por revestir uma área de serviço retangular que mede 5 metros de largura por 10 metros de comprimento. Dentro da área de serviço, há um espaço com formato de um quadrado destinado ao tanque de lavar roupa, com 2 metros de lado. Seu chefe pediu as seguintes



informações:

- a) Quantos metros quadrados tem a área total de serviço?

Resposta: _____

- b) Quantos metros quadrados tem a área destinada ao tanque?

Resposta: _____

- c) Quantos metros quadrados de revestimento, no mínimo, serão necessários para cobrir a área de serviço, excluindo a área destinada ao tanque?

Cálculos:

Resposta: _____

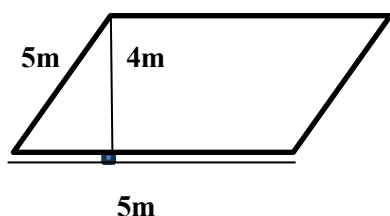
APÊNDICE G – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO DA ÁREA DO PARALELOGRAMO

QUESTÃO 1: Qual a fórmula que usamos para calcular a área de um paralelogramo?

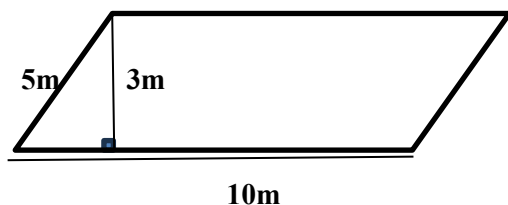
QUESTÃO 2: Responda (V) para verdadeiro ou (F) para falso

- () O lado inclinado do paralelogramo corresponde a altura do paralelogramo.
- () A altura de um paralelogramo é a medida de um segmento de reta que liga a base a um ponto no lado oposto, formando um ângulo reto (90°).
- () Um paralelogramo é um quadrilátero com dois pares de lados opostos paralelos e de igual comprimento.

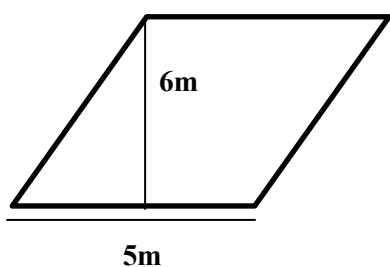
QUESTÃO 3: Calcule a área dos paralelogramos a seguir



Calcule:

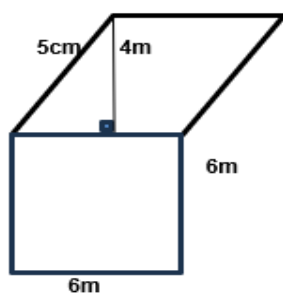


Calcule:



Calcule:

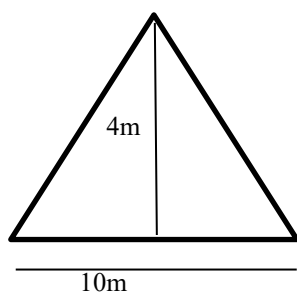
QUESTÃO 4: observe a logo marca da empresa Home casa. Calcule a área total dessa logo



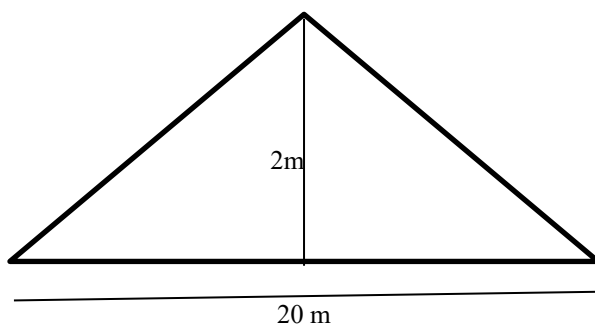
Calcule:

APÊNDICE H – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO DA ÁREA DO TRIÂNGULO

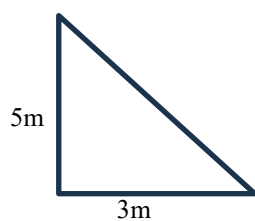
QUESTÃO 1: Qual a fórmula que usamos para calcular a área de um triângulo?

QUESTÃO 2: Calcule a área dos triângulos a seguir:Resposta:

Cálculos:

Resposta:

Cálculos:

Resposta:

Cálculos:

“É treinando que os desafios serão superados”
Profª. Luciana Pinto

APÊNDICE I– ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO DA ÁREA DO TRAPÉZIO

QUESTÃO 1:

Qual a fórmula que usamos para calcular a área de um trapézio?

QUESTÃO 2:

Observe o desenho a seguir da fachada de elevação externa de uma casa. E responda: Qual a área da fachada de elevação externa?



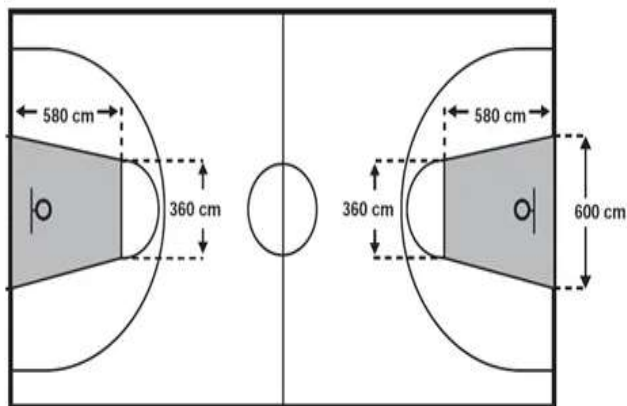
Calcule:

Resposta: _____

QUESTÃO 3:

Adaptada (Enem/2015) A figura a seguir mostra a configuração de uma quadra de basquete. Os trapézios em cinza, chamados de garrafões, correspondem a áreas restritivas.

Qual a área correspondente dos 2 garrafões da figura acima.



Calcule:

Resposta: _____

QUESTÃO 4:

Sobre o trapézio, julgue as afirmativas a seguir:

I- Sua área é igual à soma das suas bases, multiplicado pela sua altura e dividido por 2.

II- O cálculo de sua área busca a medida da superfície interna desse polígono.

III – Dois trapézios semelhantes podem formar um paralelogramo, portanto a área de um trapézio pode ser calculada pela mesma fórmula do paralelogramo.

Marque a alternativa correta:

a) Somente a I é falsa.

b) Somente a II é falsa.

c) Somente a III é falsa.

d) Todas são verdadeiras.

APÊNDICE J – ATIVIDADE DE APROFUNDAMENTO DA ÁREA DO LOSANGO

QUESTÃO 1:

Qual a fórmula que usamos para calcular a área de um losango?

QUESTÃO 2:

A pipa é um brinquedo muito popular no Brasil e, em algumas regiões, é conhecida como 'papagaio' como mostra a ilustração a seguir:



QUESTÃO 3:

Para confeccionar uma pipa de papel, é necessário calcular a área do modelo desejado. Se um vendedor deseja confeccionar uma pipa com diagonal menor de 20 cm e 15 cm de diagonal maior, responda:

QUESTÃO 4:

- a) Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, esse vendedor precisará para confeccionar uma pipa?

Cálculos:

Resposta: _____

- b) Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, esse vendedor precisará para confeccionar 10 pipas?

Cálculos:

Resposta: _____

QUESTÃO 5: Sobre o losango, julgue as afirmativas a seguir:

I- O losango possui os quatro lados iguais, igualmente ao quadrado, portanto podemos calcular a área do losango pela multiplicação da sua diagonal maior pela sua diagonal menor

II- O cálculo de sua área busca a medida da superfície interna desse polígono.

III- A área de um losango é calculada pela multiplicação da sua diagonal maior pela sua diagonal menor dividido por 2

Marque a alternativa correta:

- A) Somente a I é falsa. B) Somente a II é falsa.
C) Somente a III é falsa. D) Todas são verdadeiras.

QUESTÃO 6:

A primeira bandeira do Brasil Imperial, mostrada na figura, consiste em um losango amarelo inscrito em um retângulo verde. Os vértices do losango tocam exatamente o ponto médio de cada lado do retângulo.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/bandeiradobrasil.htm>

Com base nessa configuração geométrica, considere essa bandeira com 10m de comprimento e 8m de largura e responda (V) para verdadeiro ou (F) para falso.

- a) () A área do losango é igual à área do retângulo.
b) () A área do losango é a metade da área do retângulo.
c) () A área do losango é um terço da área do retângulo.
d) () A área do losango é o dobro da área do retângulo.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
Travessa Djalma Dutra, s/n – Telégrafo
66113-200 Belém-PA
www.uepa.br/ppgem