

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

An analysis of performance in the teaching of trigonometry in the triangle by Experimental Activities

Cláudio Lima da Silva
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
Parauapebas, Pará-Brasil
Ana Kely Martins da Silva
Cinthia Cunha Maradei Pereira
Universidade do Estado do Pará (UEPA)
Belém, Pará-Brasil

Resumo

Este trabalho apresenta resultados de um estudo que objetivou analisar possíveis efeitos da aplicação de uma sequência didática, baseada em atividades experimentais, sobre o desempenho na resolução de questões trigonométricas no triângulo. A experimentação ocorreu em uma turma do 2º ano do ensino médio da rede estadual do município de Parauapebas, com 37 alunos, e envolveu nove atividades experimentais. Análise do desempenho ocorreu comparando-se os resultados dos diagnósticos inicial e final, revelando um avanço de 85% de acertos no diagnóstico final. Observou-se uma redução no tempo de realização das atividades e um progresso na elaboração de conclusões válidas. A análise dos erros no pós-teste ainda mostrou dificuldades conceituais em seno, cosseno e tangente. O teste de Fisher indicou que a frequência escolar foi a única variável socioeducacional relacionada ao desempenho dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de matemática por Atividades experimentais; Trigonometria no triângulo; Ensino médio.

Abstract

This paper presents the results of a study which aimed to analyze the possible effects of applying a didactic sequence, based on experimental activities, on performance in solving trigonometric questions in the triangle. The experiment took place in a 2nd year high school class in the Parauapebas state school system, with 37 students, and involved nine experimental activities. Performance was analyzed by comparing the results of the initial and final diagnoses, revealing an improvement of 85% in the final diagnosis. There was a reduction in the time taken to carry out the activities and progress in drawing valid conclusions. The analysis of errors in the post-test still showed conceptual difficulties with sine, cosine and tangent. Fisher's test indicated that school attendance was the only socio-educational variable related to the students' performance.

Keywords: Teaching mathematics through experimental activities; Trigonometry in the triangle; Secondary education.

1. Introdução

O ensino de matemática tem passado por importantes transformações ao longo dos anos, buscando engajar os alunos e facilitar a compreensão de conceitos abstratos. Nesse contexto, uma abordagem que se destaca é o uso de atividades experimentais, pois permite que os alunos construam conhecimento de forma prática e concreta, superando as limitações dos métodos tradicionais (Sá, 2020). Além disso, a experiência como docente no ensino básico revela que, diante das limitações dos métodos tradicionais, essa estratégia se mostra eficaz ao incentivar o aprendizado ativo, a descoberta e a reflexão crítica.

Nesse processo de ensino, o erro desempenha um papel fundamental. Longe de ser visto como algo negativo, o erro oferece percepções valiosas sobre o desenvolvimento do raciocínio dos alunos. Cury e Silva (2008), Artuzo, Riva e Albani (2022), Carmo (2010), Gris, Palombarini e Carmo (2019) e Da Penha *et al.* (2023) enfatizam que o erro, quando adequadamente analisado, se transforma em uma oportunidade para que o professor identifique lacunas, permitindo ajustar suas estratégias de ensino.

Os estudos realizados por Lima (2022), Bayner Júnior (2021) e Silva (2019) mostram que, ao aplicar conceitos matemáticos em situações práticas, os alunos tendem a ter um melhor desempenho na disciplina matemática. Neste sentido, conforme Sá (2020), os estudantes que participam de atividades experimentais apresentam um desempenho superior na aplicação de conceitos matemáticos em problemas práticos, comparados àqueles que seguem uma abordagem tradicional de ensino.

Deste modo, este artigo buscou responder à seguinte questão: Que possíveis efeitos a aplicação de um conjunto de atividades experimentais desenvolvidas junto a alunos do 2º ano do ensino médio, tem sobre o desempenho na resolução de problemas trigonométricos no triângulo? O objetivo foi analisar possíveis efeitos da aplicação de uma sequência didática, baseada em atividades experimentais, sobre o desempenho na resolução de questões trigonométricas no triângulo.

Assim, o artigo está estruturado em seções que abordam, inicialmente, o referencial teórico, que discute o Ensino de Matemática por Atividades Experimentais, o ensino de trigonometria, bem como o erro como ferramenta pedagógica no ensino da matemática. Em seguida, apresenta-se a metodologia do estudo, as análises e resultados obtidos, acompanhados de uma discussão crítica sobre os achados da pesquisa.

2. Referencial Teórico

2.1. Ensino de Matemática por Atividades Experimentais

O Ensino de Matemática por Atividades Experimentais (EMAE) representa uma abordagem que torna a aprendizagem mais prática e dinâmica. Segundo Sá (2020), essa metodologia permite que os alunos explorem conceitos matemáticos em um ambiente interativo, utilizando recursos como jogos, simulações e trabalhos em grupo. Esse modelo cria um ambiente de aprendizado significativo, onde os estudantes não apenas aprendem, mas descobrem e aplicam conhecimentos de maneira autônoma.

Sá (2020) estrutura o EMAE dividindo as atividades pelo objetivo e pelo modo de desenvolvimento. Em relação ao objetivo, as atividades são classificadas como “conceituação” e “redescoberta”. A conceituação ajuda o aluno a identificar e definir conceitos matemáticos básicos, enquanto a redescoberta permite que ele explore relações e características do objeto matemático de forma mais profunda, sem exigir uma demonstração formal inicial.

Quanto ao modo de desenvolvimento, as atividades são realizadas como “demonstração” ou “experimental”. Na demonstração, o professor realiza a atividade e os alunos observam e registram. Na experimental, os próprios alunos conduzem a atividade com roteiros, promovendo autonomia e engajamento. Ambos os modos podem ser aplicados tanto na conceituação quanto na redescoberta, trazendo flexibilidade ao ensino.

Cada atividade experimental passa por uma sequência de momentos bem definidos que facilitam o processo de aprendizado. Esses momentos são descritos por Sá (2020) como: organização, apresentação, execução, registro, análise e institucionalização. Na organização, os alunos são divididos em grupos e recebem instruções para realizar a atividade em equipe, promovendo cooperação e troca de ideias. Em seguida, na apresentação, o professor distribui o material e o roteiro da atividade, organizando os recursos necessários para o experimento.

Na execução, os alunos manipulam os materiais, realizam medições e fazem cálculos, enquanto o professor orienta e supervisiona, assegurando que as atividades sigam o plano inicial. O registro ocorre simultaneamente à execução, onde os estudantes documentam suas observações, preparando-se para a fase de análise. Esta etapa de análise é fundamental, pois cada equipe deve examinar os dados para identificar relações matemáticas importantes, como uma investigação científica onde os alunos tiram suas conclusões a partir dos resultados. Por fim, na institucionalização, os grupos formalizam suas descobertas e discutem

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

em conjunto com o professor, que orienta na elaboração de uma conclusão clara e compreensível para todos.

2.2. Estudos sobre o ensino de trigonometria por Atividades Experimentais

Estudos recentes sobre o ensino de trigonometria têm demonstrado os benefícios das atividades experimentais na compreensão de conceitos matemáticos. Pesquisas como as de Lima (2022), Bayner Júnior (2021) e Silva (2019) enfatizam que metodologias ativas, baseadas em experimentação e na resolução prática de problemas, promovem maior engajamento e aprofundamento dos conhecimentos trigonométricos.

No estudo de Lima (2022), focado no ensino de inequações trigonométricas, constatou-se um impacto positivo no desempenho dos alunos após a aplicação de uma sequência didática elaborada sob a perspectiva experimental. Inicialmente, a média de acerto dos alunos no pré-teste era de 1,78, demonstrando uma compreensão limitada do conteúdo. No entanto, após a intervenção, o pós-teste revelou uma média de 8,44, evidenciando uma melhora expressiva no domínio do conteúdo pelos estudantes.

Lima (2022) atribui essa evolução no desempenho ao uso de atividades experimentais que promoveram a mobilização de diversas habilidades cognitivas, principalmente aquelas relacionadas aos registros de representações semióticas. Essa metodologia permitiu que os alunos desenvolvessem uma compreensão mais profunda das inequações trigonométricas, facilitando o alcance dos objetivos educacionais propostos para cada fase do processo.

A pesquisa conduzida por Bayner Júnior (2021) também reforça os benefícios de utilizar atividades experimentais no ensino de trigonometria, desta vez no contexto do ensino de equações trigonométricas. A média de acertos no pré-teste foi de 5,8%, indicando um conhecimento insuficiente sobre o tema antes da intervenção. Contudo, após a aplicação das atividades, essa média subiu para 89,1%, evidenciando um progresso substancial. Esse avanço expressivo demonstra o impacto positivo das atividades experimentais na compreensão e domínio dos conceitos pelos alunos.

Da mesma forma, o estudo de Silva (2019) enfatiza a eficácia de atividades baseadas no método de descoberta e redescoberta para o ensino de relações trigonométricas no 9º ano do ensino fundamental. Silva (2019) relata uma diferença entre os resultados do pré-teste e do pós-teste, com a média de acertos subindo de 0,78% para 77,43%. Essa variação, de 76,65%, sugere que as atividades aplicadas foram decisivas para a aprendizagem significativa dos estudantes. Assim, a abordagem de Silva (2019) é fundamentada na ideia de que, ao

serem colocados no centro do processo de aprendizagem, os alunos se tornam agentes ativos, o que favorece tanto o desenvolvimento do pensamento crítico quanto a resolução de problemas de forma autônoma.

2.3. O erro como ferramenta pedagógica no ensino da matemática

O conceito de erro no ensino da matemática é multifacetado e complexo, carregando significados que variam conforme o contexto pedagógico. De acordo com Cury e Silva (2008), o erro pode ser uma oportunidade didática, atuando como um meio de construção do conhecimento, ao invés de ser visto exclusivamente como uma falha. Deste modo, ao analisar erros, o professor é capaz de identificar concepções equivocadas dos alunos, discutindo-as e corrigindo-as, o que possibilita uma intervenção pedagógica mais eficaz. Assim, segundo Cury e Silva (2008), o erro representa um conhecimento construído pelo aluno, ainda que de maneira incorreta, e deve ser utilizado como ponto de partida para gerar questionamentos e revisões.

Nesta perspectiva, o próprio ato de errar abre espaço para o desenvolvimento de estratégias que levam o estudante a refletir sobre suas respostas e a repensar suas certezas. Cury e Silva (2008) ressaltam que a análise de erros vai além de apenas observar o resultado da resolução de um problema. A ênfase deve ser dada ao processo que levou ao erro, uma vez que isso permite uma compreensão mais profunda do pensamento do aluno. Essa abordagem valoriza as estratégias adotadas pelos estudantes, identificando dificuldades e lacunas de aprendizado. O erro, então, não deve ser encarado como um simples fracasso, mas como uma oportunidade de reestruturar o conhecimento, desafiando o aluno a explorar novas formas de pensar.

Artuzo, Riva e Albani (2022) defendem que aprender a analisar erros promove uma visão mais crítica do professor em relação às respostas dos estudantes. Isso permite distinguir não apenas as deficiências, mas também aquilo que o aluno compreendeu. No entanto, muitos professores ainda acreditam que acertos equivalem a aprendizado e que erros indicam falta de entendimento. Essa visão simplista não leva em conta que o erro pode ser um sinal de progresso, representando um estágio de compreensão que precisa ser refinado. Artuzo, Riva e Albani (2022) argumentam que o erro é uma pequena falha dentro de um processo maior de aprendizagem e não deve ser considerado como uma avaliação definitiva da capacidade do aluno.

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

Nesse sentido, Carmo (2010) questiona a prática de considerar erros e acertos como categorias absolutas, destacando que essa abordagem falha em capturar as múltiplas variáveis envolvidas no processo de aprendizado. O erro, segundo Carmo (2010), é um padrão de resposta que não atinge um critério estabelecido para aprovação, mas não deve ser visto de maneira exclusivamente negativa. Ao contrário, trata-se de um fenômeno complexo que exige uma análise cuidadosa, permitindo intervenções pedagógicas mais precisas e adaptadas às necessidades dos estudantes.

Estudos como os de Gris, Palombarini e Carmo (2019) reforçam a importância de investigar o erro sob diferentes perspectivas no ensino da matemática. Da Penha *et al.* (2023) apontam, ainda, para a necessidade de uma avaliação acadêmica mais ampla que vá além das notas. Nesse contexto, o erro, em vez de ser um obstáculo, pode se tornar uma oportunidade de aprendizado. Quando abordado de forma reflexiva e crítica, permite ao professor desenvolver novas estratégias didáticas e impulsionar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, promovendo uma visão do erro como parte essencial do processo de construção do conhecimento.

3. Metodologia

A pesquisa foi conduzida em uma turma com 37 estudantes do 2º ano do ensino médio em uma escola estadual de Parauapebas, Pará, por meio das seguintes etapas: diagnóstico inicial, elaboração das atividades, execução das atividades, diagnóstico final, sistematização e análise dos resultados.

A etapa do diagnóstico inicial consistiu na aplicação de um questionário socioeducacional aos alunos, juntamente com um pré-teste composto por 10 questões de aplicações das relações trigonométricas no triângulo. Esse diagnóstico teve como objetivo avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes e levantar informações sobre seus contextos sociais.

Na elaboração das atividades, foram elaboradas treze atividades, sendo: nove atividades experimentais de conceituação e redescoberta relacionadas às relações trigonométricas e quatro atividades de aprofundamento.

As atividades foram realizadas em sala de aula nos dias de segunda e quarta-feira, das 15h às 16h20min., entre os dias 05/04 e 31/05/2023. A execução seguiu os seis momentos descritos por Sá (2020): organização, apresentação, execução, registro, análise e institucionalização. O cronograma de aplicação das atividades está no Quadro 1.

Quadro 1 – Cronograma executado

Datas	Ação	Atividade	Tempo
03/04/2023	Questionário	Diagnóstico	40 min.
	Teste diagnóstico	Pré-Teste	40 min.
05/04/2023	Atividade 1: Os catetos e a hipotenusa	Conceituação	41 min.
	Aprofundamento 1: Quiz sobre os catetos e a hipotenusa	Aprofundamento	32 min.
12/04/2023	Atividade 2: Hipotenusa, cateto oposto e cateto adjacente.	Re(descoberta)	50 min.
17/04/2023	Atividade 3: Seno de um ângulo no triângulo retângulo	Re(descoberta)	44 min.
19/04/2023	Atividade 4: O Cosseno de um ângulo	Re(descoberta)	36 min.
24/04/2023	Atividade 5: Tangente de um ângulo no triângulo retângulo.	Re(descoberta)	22 min.
	Atividade 6: Razão entre seno e cosseno no triângulo retângulo	Re(descoberta)	17 min.
03/05/2023	Aprofundamento 2: Baralho das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo	Aprofundamento	30 min.
	Aprofundamento 3: Situações problemas envolvendo as Razões Trigonométricas no triângulo retângulo	Aprofundamento	47 min.
22/05/2023	Atividade 7: Relação entre seno e cosseno no triângulo retângulo	Re(descoberta)	24 min.
24/05/2023	Atividade 8: Lei dos Senos	Re(descoberta)	20 min.
29/05/2023	Atividade 9: Lei dos Cossenos	Re(descoberta)	22 min.
31/05/2023	Aprofundamento 4: Situações problemas envolvendo as Lei dos Senos e Lei dos Cossenos	Aprofundamento	42 min.
06/06/2023	Testes Gerais	Pós-Teste	80 min.

Fonte: Experimentação (2023)

O diagnóstico final foi realizado com um pós-teste para avaliar o desempenho dos alunos ao término da Sequência Didática (SD). Os resultados, apresentados em tabelas e gráficos, facilitam a leitura e mostram o progresso dos estudantes. A pesquisa utilizou metodologia mista: a análise qualitativa explorou percepções e experiências dos alunos, enquanto a quantitativa trouxe dados objetivos sobre o desempenho, validados pelo Teste Exato de Fisher.

A análise das conclusões formuladas pelos estudantes baseou-se na correspondência entre os resultados e os objetivos, organizando-as nas categorias indicadas no Quadro 2:

Quadro 2 – Características das conclusões apresentadas pelos estudantes

Classificação das Conclusões	Descrição
Válida e desejada	Conclusão que corresponde ao objetivo da atividade, alinhada aos dados obtidos e sendo considerada um resultado válido.
Válida e não desejada	Conclusão que, embora válida, não revela um resultado relacionado ao objetivo da atividade.
Inválida e não desejada	Conclusão inválida que expressa resultados inválidos sobre os elementos envolvidos na atividade.
Não formulada	Conclusão não apresentada pelo grupo.

Fonte: Experimentação (2023)

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

Além disso, este estudo analisou os erros cometidos pelos alunos, classificados em duas categorias principais com base em Spinillo *et al.* (2016): erros conceituais e erros procedimentais, conforme apresentado no Quadro 3:

Quadro 3 – Classificação dos erros cometidos pelos estudantes

Tipos de erros	Classificação	Descrição
Erro Conceitual (EC)	EC1 - Erro de uso inadequado da relação trigonométrica	Refere-se ao uso incorreto de uma relação trigonométrica para calcular medidas em um triângulo, como aplicar o seno quando seria apropriado o cosseno, ou vice-versa.
	EC2 - Erro de interpretação dos dados fornecidos	Envolve a dificuldade em compreender as informações e variáveis presentes na questão, levando a uma aplicação incorreta das operações ou dos conceitos.
Erro Procedimental (EP)	EP1 - Erro de cálculo numérico	Esse erro ocorre quando o aluno aplica corretamente os conceitos, mas comete enganos ao efetuar cálculos aritméticos, como multiplicações ou divisões, resultando em valores imprecisos.
	EP2 - Erro de correspondência de ângulos	Ocorre quando o estudante identifica inadequadamente quais ângulos correspondem a quais lados ou posições no triângulo.

Fonte: Adaptado de Spinillo *et al.* (2016)

Essa combinação permitiu fundamentar as conclusões da pesquisa de forma consistente e completa, oferecendo uma compreensão aprofundada sobre a eficácia e os efeitos da sequência didática no ensino de matemática.

4. Resultados e Análises

A seguir, são apresentados os resultados obtidos durante a pesquisa com base nos instrumentos utilizados para a coleta de dados.

4.1. Perfil dos estudantes

Os participantes da pesquisa foram 37 estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola pública estadual no município de Parauapebas, Pará. O perfil dos estudantes foi traçado a partir de um questionário, que buscou explorar aspectos sociais e acadêmicos.

Quanto ao gênero, a turma apresentou predominância feminina (55%) e a faixa etária da maioria dos alunos (87,5%) estava entre 16 e 17 anos. O histórico de reprovações revelou que 17,5% dos estudantes repetiram o ano em matemática, em algum ano letivo anterior. Quanto ao gosto pela matemática, apenas 55% demonstraram afinidade com a disciplina, sugerindo um desafio a ser superado. Além disso, 60,5% dos estudantes relataram desconforto e insegurança ao realizarem avaliações de matemática e 40% indicam medo específico em realizar provas.

As metodologias de ensino relatadas pelos alunos mostram que, para 70% deles, as aulas de matemática eram estruturadas com definições e exemplos, seguidos de exercícios práticos. Apenas 15% relataram abordagens mais contextualizadas ou históricas. Em relação ao material de apoio, 87,5% dos alunos informaram o uso de listas de exercícios e do livro didático, com baixa menção a metodologias inovadoras, como a resolução de problemas contextualizados.

A análise revelou que 92,5% dos alunos têm acesso à internet, com o celular sendo o principal dispositivo usado para estudo. No entanto, apenas 5% dos alunos afirmaram estudar matemática diariamente, enquanto 25% não estudam a disciplina fora do horário de aula. Além disso, somente 32,5% dos alunos achavam as aulas interessantes, e 17,5% não viam ligação entre o conteúdo aprendido na escola e seu cotidiano.

4.2. Desempenho dos estudantes nos testes

A análise do pré-teste sobre trigonometria no triângulo revelou desconhecimento dos alunos sobre o conteúdo. Nesse sentido, aplicou-se a Sequência Didática (SD) seguida de um pós-teste, cujos resultados estão apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Desempenho dos estudantes nos Pré-Teste e Pós-testes

Questão	Acerto (%)		Erro (%)		Em branco (%)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Q1	0%	100%	0%	0%	100%	0%
Q2	0%	83,78%	0%	13,52%	100%	2,70%
Q3	0%	72,97%	0%	24,33%	100%	2,70%
Q4	0%	83,78%	0%	10,82%	100%	5,40%
Q5	0%	91,89%	0%	8,11%	100%	0%
Q6	0%	78,38%	0%	18,92%	100%	2,70%
Q7	0%	89,19%	0%	8,11%	100%	2,70%
Q8	0%	81,08%	0%	13,52%	100%	5,40%
Q9	0%	87,84%	0%	6,76%	100%	5,40%
Q10	0%	81,08%	0%	18,92%	100%	0%

Fonte: Experimentação (2023)

Os resultados do pós-teste indicam um progresso significativo em relação ao pré-teste, com um aumento expressivo no percentual de acertos em todas as questões, como evidenciado na Questão 1, onde o percentual de acertos passou de 0% no pré-teste para 100% no pós-teste. Além disso, os dados mostram uma queda acentuada nas questões deixadas em branco, o que reflete uma maior confiança e compreensão por parte dos estudantes.

O Quadro 5 apresenta uma comparação das notas individuais dos participantes no pré-teste e no pós-teste. Os resultados dos alunos A20, A22 e A34 não foram incluídos, pois esses estudantes se ausentaram em um dos testes.

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

Quadro 5 – Comparação entre o desempenho dos alunos nos testes aplicados

Alunos	Acerto (%)		Erro (%)		Em branco (%)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
A1	0%	70%	0%	30%	100%	0%
A2	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A3	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A4	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A5	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A6	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A7	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A8	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A9	0%	25%	0%	75%	100%	0%
A10	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A11	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A12	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A13	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A14	0%	60%	0%	40%	100%	0%
A15	0%	30%	0%	70%	100%	0%
A16	0%	90%	0%	10%	100%	0%
A17	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A18	0%	75%	0%	25%	100%	0%
A19	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A21	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A23	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A24	0%	35%	0%	65%	100%	0%
A25	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A26	0%	90%	0%	10%	100%	0%
A27	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A28	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A29	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A30	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A31	0%	70%	0%	30%	100%	0%
A32	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A33	0%	60%	0%	40%	100%	0%
A35	0%	80%	0%	20%	100%	0%
A36	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A37	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A38	0%	100%	0%	0%	100%	0%
A39	0%	90%	0%	10%	100%	0%
A10	0%	90%	0%	10%	100%	0%

Fonte: Experimentação (2023)

No pré-teste, observa-se que o percentual de acertos de todos os participantes foi zero. Após a implementação da SD, o pós-teste apresentou uma elevação significativa nos percentuais de acertos, evidenciando que a abordagem pedagógica adotada foi eficaz no desenvolvimento das competências trigonométricas dos estudantes. O baixo desempenho dos alunos A9, A15 e A24, com percentuais de acerto de 25%, 30% e 35%,

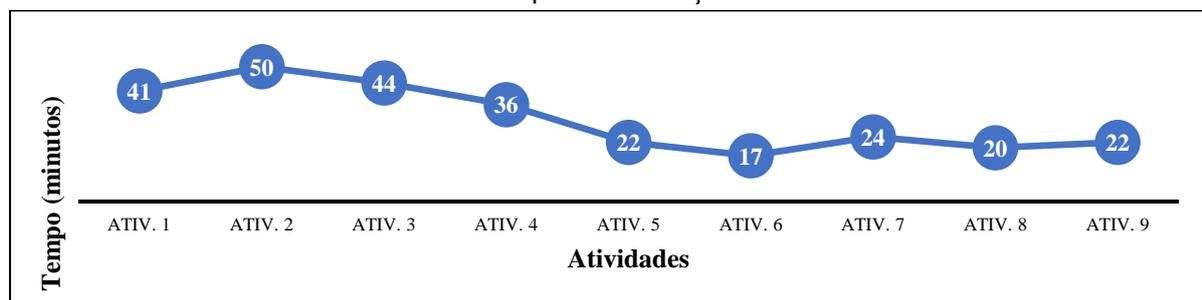
respectivamente, pode ser atribuído à baixa frequência nas atividades. Dessa forma, infere-se uma relação direta entre a frequência nas aulas e o desempenho no pós-teste.

A partir dessa análise inicial, examinamos a variação do tempo de execução das atividades, buscando compreender os fatores que possibilitaram maior agilidade e fluidez no processo de aprendizagem.

4.3. Variação do tempo na realização das atividades

O Gráfico 1, que ilustra a variação do tempo na realização das atividades, mostra uma tendência de decrescimento ao longo da aplicação da sequência didática, evidenciando uma redução progressiva no tempo gasto na realização das atividades.

Gráfico 1: Tempo de realização das atividades



Fonte: Experimentação (2023)

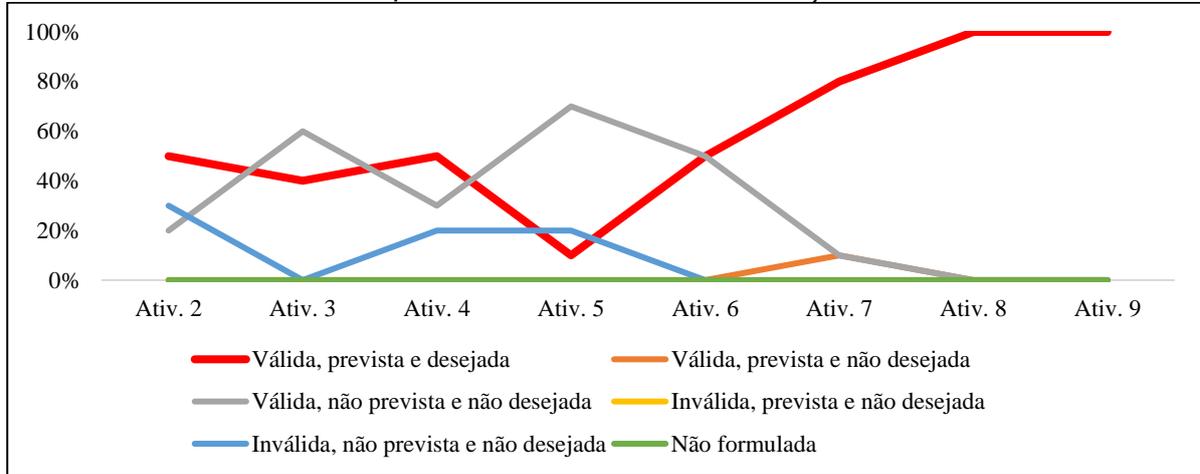
A redução no tempo de execução das atividades, ilustrada no Gráfico 1, evidencia a eficácia da abordagem pedagógica e o progresso dos alunos, que se adaptaram aos procedimentos e conceitos matemáticos. Como aponta Sá (1999), superar dificuldades iniciais traz agilidade nas etapas seguintes, justificando o investimento inicial de tempo. Silva, Silva e Sá (2024), ao analisarem 15 pesquisas experimentais em ensino de matemática, também confirmaram essa tendência de redução do tempo, observada neste estudo.

A redução no tempo de execução das atividades pode ser atribuída à familiaridade crescente dos alunos com os procedimentos, o que trouxe agilidade; ao domínio das habilidades necessárias, aprimoradas pelo exercício contínuo; e ao conhecimento progressivo dos conceitos, que facilitou decisões mais precisas. Além disso, a confiança desenvolvida ao longo do processo encorajou uma abordagem mais assertiva, enquanto a criação de estratégias pessoais ajudou a otimizar tempo e recursos. Com a redução da ansiedade devido à familiaridade com a sequência didática, a execução das tarefas tornou-se mais fluida. Esses fatores indicam que a sequência didática não apenas favoreceu a compreensão dos conteúdos, mas também promoveu um aprendizado ativo, resultando em crescente proficiência nas atividades.

4.4. Características das conclusões apresentadas pelos alunos

A trajetória dos estudantes, registrada no Gráfico 2, apresenta um panorama das características de suas conclusões em cada etapa da Sequência Didática (SD).

Gráfico 2: Desempenho dos estudantes na elaboração de conclusões



Fonte: Experimentação (2023)

Conforme ilustrado no Gráfico 2, observa-se um progresso gradativo na capacidade dos alunos de elaborar conclusões válidas e coerentes, especialmente a partir da Atividade 2 até a Atividade 9. Essa evolução na escrita das conclusões revela um processo contínuo de internalização dos conceitos, demonstrando que a prática experimental teve um impacto positivo na habilidade de síntese e no entendimento das relações trigonométricas. Nesse sentido, a progressão observada reflete o potencial das atividades experimentais em promover uma aprendizagem significativa e prática.

4.5. Erros cometidos no pós-teste

A seguir, analisamos os erros mais comuns cometidos pelos estudantes durante o pós-teste. A Questão 1, que teve 100% de acertos, foi excluída desta análise. Além disso, destacamos que os enunciados de cada questão estão disponíveis em Silva (2023).

A Questão 2 envolvia o cálculo das medidas dos catetos “x” de um triângulo retângulo, com dados fornecidos da relação trigonométrica para um ângulo de 30°.

Quadro 6 – Erro procedimental ocorrido na Questão 2 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A29	$0,2 = 5 \sin 30^\circ = \frac{CO}{HIP}$ $\sin 30^\circ = \frac{x}{50}$ $0,5 = \frac{x}{50}$ $50 \cdot 0,5 = x$ $x = 25 \text{ cm}$	EP1 – Erro de cálculo numérico.

Fonte: Experimentação (2023)

O erro do estudante A29 ocorreu ao multiplicar o seno de 30° por 50 e obter 15 como resultado, quando deveria ser 30. Deste modo, considerando que o aluno aplicou a operação correta do seno de 30° , mas obteve um valor não condizente com a solução esperada, o erro é de natureza procedimental, classificado como “EP1 – Erro de cálculo numérico”, devido à aplicação incorreta dos procedimentos de cálculo.

A Questão 3 propôs calcular a altura vertical atingida por uma pessoa ao subir uma rampa de 10 metros de comprimento, inclinada a 30° em relação ao plano horizontal.

Quadro 7 – Erro procedimental ocorrido na Questão 3 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A40	$\text{sen } 30^\circ = \frac{CO}{HIP}$ $\frac{0,5}{1} = \frac{x}{10}$ $x = 20$	EP1– Erro de cálculo numérico.

Fonte: Experimentação (2023)

O erro observado envolveu a multiplicação incorreta do valor do seno de 30° (que é 0,5) por 10 metros. O aluno obteve 20 metros como resultado, quando o correto seria 5 metros, o que caracteriza como “EP1 – Erro de cálculo numérico”. Esse erro demonstra que, embora o estudante tenha compreendido o conceito e soubesse que deveria utilizar a relação seno, ele cometeu uma falha ao realizar a multiplicação, evidenciando um problema no procedimento matemático aplicado.

A seguir, apresentamos a análise do erro cometido na Questão 4, que propõe calcular a altura entre a caçamba e o solo usando a relação trigonométrica do seno.

Quadro 8 – Erro conceitual ocorrido na Questão 4 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A39	$4) \text{ tang } 30^\circ = h/3$ $0,577 = h/3$ $h = 1,731$	EC1 – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente.

Fonte: Experimentação (2023)

Na Questão 4, o estudante A39 cometeu um erro ao utilizar a tangente em vez do seno. Enquanto a tangente relaciona o cateto oposto ao cateto adjacente em um triângulo retângulo, o correto seria aplicar o seno, que relaciona o cateto oposto à hipotenusa. Essa escolha levou a uma solução incorreta e a uma interpretação errada dos resultados. O erro foi classificado como “EC1 – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente”, caracterizando-se como um problema conceitual.

Na Questão 5, os alunos deveriam utilizar a relação trigonométrica tangente para calcular a altura de uma torre:

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

Quadro 9 – Erro conceitual ocorrido na Questão 5 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A26		EC ₁ – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente.

Fonte: Silva (2023)

Na Questão 5, o aluno deveria determinar a altura da torre utilizando a tangente, pois a tangente do ângulo é a razão entre o cateto oposto (altura da torre) e o cateto adjacente (distância até a torre). No entanto, utilizou a relação seno para calcular a altura, cometendo um erro de natureza conceitual, classificado como “EC₁ – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente”. Esse erro demonstra que o estudante não compreendeu adequadamente qual relação trigonométrica deveria ser aplicada no contexto, resultando no uso incorreto do seno em vez da tangente.

A seguir, apresentamos a análise do erro cometido na Questão 06:

Quadro 10 – Erro conceitual ocorrido na Questão 6 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A31		EC ₂ – Erro de interpretação dos dados fornecidos.

Fonte: Experimentação (2023)

Na questão 6, o aluno utilizou a relação trigonométrica correta para calcular a altura do avião, porém cometeu um erro ao usar a tangente de 30° em vez de 15°, como indicado no enunciado. Esse equívoco é classificado como um erro conceitual, “EC₂ – Erro de interpretação dos dados fornecidos”, pois o estudante não interpretou adequadamente o ângulo informado. Esse erro conceitual resultou em um cálculo incorreto da altura do avião, demonstrando uma dificuldade na leitura e aplicação dos dados fornecidos na questão.

A seguir, apresentamos a análise do erro cometido na Questão 7, que propõe calcular a largura de um rio por meio da relação trigonométrica tangente.

Quadro 11 – Erro conceitual ocorrido na Questão 7 do Pós-Teste

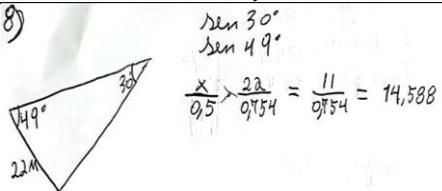
Estudante	Resolução	Erro(s)
A14		EC ₁ – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente.

Fonte: Experimentação (2023)

Na questão 7, o aluno precisava determinar a largura de um rio utilizando as relações trigonométricas. A relação correta seria a tangente, pois ela envolve o cateto oposto (largura do rio) e o cateto adjacente (distância horizontal). No entanto, o aluno utilizou a relação seno, levando a um erro de natureza conceitual, classificado como “EC1 – Erro de uso inadequado da relação trigonométrica seno, cosseno ou tangente”. Esse erro evidencia uma dificuldade em identificar corretamente a relação trigonométrica apropriada para resolver o problema.

A Questão 8 propõe calcular a distância entre um poste e uma residência utilizando a relação trigonometria Lei dos Senos.

Quadro 12 – Erro procedimental ocorrido na Questão 8 do Pós-Teste

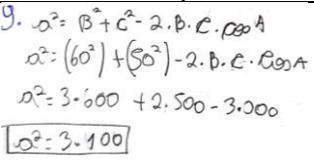
Estudante	Resolução	Erro(s)
A16		EP2 – Erro de correspondência de ângulos.

Fonte: Experimentação (2023)

Na questão 8, o estudante cometeu um erro ao aplicar a lei dos senos, invertendo os ângulos correspondentes aos lados do triângulo. Esse erro gerou uma relação incorreta entre os lados, o que levou ao cálculo errado do comprimento total do fio necessário. Esse tipo de erro é classificado como de natureza procedimental, denominado “EP2 – Erro de correspondência de ângulos”, já que resultou do uso inadequado dos ângulos na relação com os lados do triângulo.

A Questão 9 propôs aos alunos calcular a menor distância entre dois edifícios, conforme ilustrado no Quadro 13:

Quadro 13 – Erro procedimental ocorrido na Questão 9 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A24		EP1 – Erro de cálculo numérico.

Fonte: Experimentação (2023)

Na questão 9, o estudante calculou corretamente o valor de a^2 , que representa o quadrado da menor distância entre os edifícios A e B. No entanto, cometeu um erro ao não aplicar a raiz quadrada no resultado, deixando a resposta como a^2 , em vez de encontrar o valor de “a”. Esse erro é de natureza procedimental, classificado como “EP1 – Erro de cálculo numérico”, pois decorreu da aplicação incorreta do procedimento matemático ao não concluir o cálculo conforme solicitado pela questão.

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

A Questão 10 propôs aos alunos calcular a altura vertical atingida por um balão, conforme ilustrado no Quadro 14:

Quadro 14 – Erro conceitual ocorrido na Questão 10 do Pós-Teste

Estudante	Resolução	Erro(s)
A15	<p>Q.10 $\text{tg } 30^\circ = \frac{C.O}{C.A}$ $0,577 = \frac{h}{3,7}$ $h = 2,13 \text{ km}$</p>	EC2 – Erro de interpretação dos dados fornecidos.

Fonte: Experimentação (2023)

Na questão 10, o estudante cometeu um erro conceitual ao interpretar incorretamente os dados fornecidos. Ao utilizar o ângulo de 30° para a pessoa B, ele considerou apenas a distância parcial de 3,7 km, quando deveria ter utilizado a distância total de 5,5 km. Essa falha levou a um cálculo incorreto da altura do balão, pois a distância correta não foi aplicada no contexto do problema. Esse erro é classificado como “EC2 – Erro de interpretação dos dados fornecidos”, demonstrando uma confusão na leitura e no uso adequado das informações apresentadas.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de erros cometidos na resolução do pós-teste:

Tabela 1 – Distribuição dos erros ocorridos no Pós-Teste

Questão	Erro Conceitual 1	Erro Conceitual 2	Erro Procedimental 1	Erro Procedimental 1
1	-	-	-	-
2	3	-	3	-
3	3	4	1	-
4	5	-	-	1
5	2	1	-	-
6	4	2	-	1
7	3	-	1	-
8	2	1	1	3
9	1	-	2	1
10	1	4	2	-
Total	24	12	10	6

Fonte: Experimentação (2023)

Os resultados do pós-teste mostram um desempenho satisfatório dos alunos na compreensão e aplicação dos conceitos trigonométricos abordados na sequência didática. Com uma taxa de erros conceituais e procedimentais reduzida — erros conceituais 1 e 2 representando 6,5% e 3,2%, respectivamente, e erros procedimentais somando menos de 5% — os alunos demonstraram um entendimento significativo das competências desenvolvidas. Esses índices de erro sugerem que a abordagem experimental utilizada na sequência didática

teve um impacto positivo, fortalecendo a compreensão e segurança dos estudantes ao aplicar os conhecimentos na resolução de problemas.

4.6. Associação estatística entre as variáveis

A análise empreendida visa identificar se as variações no desempenho dos estudantes podem estar relacionadas a aspectos socioeconômicos específicos. Para tanto, aplicou-se o Teste Exato de Fisher, escolhido por sua adequação a situações em que o teste do Qui-Quadrado se torna inaplicável devido a valores esperados baixos nas células da tabela de contingência. A análise estatística foi conduzida por meio do *software* JAMOVI (2020), versão 2.3, garantindo precisão na interpretação dos dados.

Neste estudo, formulamos as seguintes hipóteses: Hipótese Nula (H_0), que postula a ausência de associação significativa entre as variáveis em análise, e a Hipótese Alternativa (H_1), que sugere a existência de uma associação significativa entre essas variáveis.

No Quadro 15, apresenta-se o valor obtido para o Teste Exato de Fisher (p), relacionando as variações de desempenho nos testes com outras variáveis socioeconômicas.

Quadro 15 - Resumo do Teste Exato de Fisher para desempenho no pós-teste e variáveis socioeconômicas

Variáveis analisadas		Valor-p de Fisher	Houve associação?
Desempenho no pós-teste	Frequência dos alunos	$p < 0,001$	Houve
Desempenho no pós-teste	Sexo/Gênero	$p = 0,611$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Gosto pela matemática	$p = 0,318$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Frequência de estudos	$p = 0,703$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Sensações diante das avaliações	$p = 0,956$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Escolaridade: Responsável Masculino	$p = 0,079$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Escolaridade: Responsável Feminino	$p = 0,095$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Reprovação em anos/séries anteriores	$p = 0,153$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Auxílio nas atividades extraclasse	$p = 0,772$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Distração nas aulas de matemática	$p = 0,353$	Não houve
Desempenho no pós-teste	Interesse em estudar matemática	$p = 0,330$	Não houve

Fonte: Experimentação (2023)

A análise do Quadro 16, referente ao Teste Exato de Fisher, destaca que a única variável com associação significativa à variação no desempenho dos testes foi a frequência dos alunos às atividades. Esse achado indica uma relação direta entre a participação regular nas aulas e o desempenho acadêmico superior, apontando a assiduidade como um elemento crucial para o sucesso escolar. A ausência de associações com outras variáveis sugere que o desempenho nos testes de matemática, neste contexto experimental, pode estar mais influenciado por fatores não abordados nesta análise, como motivação, ansiedade e disposição dos alunos em relação à disciplina.

5. Considerações Finais

Este estudo analisou os efeitos de um conjunto de atividades experimentais intencionando responder a seguinte questão: Que possíveis efeitos a aplicação de um conjunto de atividades experimentais desenvolvidas junto a alunos do 2º ano do ensino médio, tem sobre o desempenho na resolução de problemas trigonométricos no triângulo?

Os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste indicam um progresso significativo nas habilidades trigonométricas dos alunos. No pré-teste, a ausência de acertos destacou a falta de conhecimento prévio, evidenciando a necessidade de uma intervenção pedagógica. Em contraste, a aplicação da Sequência Didática (SD) possibilitou uma transformação notável no entendimento dos conceitos, refletindo-se na maior taxa de acertos e na diminuição de erros e respostas em branco, o que demonstra um aumento de confiança ao lidar com o conteúdo, atribuído à abordagem prática e experimental da SD, que favoreceu uma aprendizagem ativa e significativa.

A análise do tempo de realização das atividades ao longo da SD mostra uma redução progressiva, indicando que os alunos se tornaram mais ágeis na execução das tarefas. Essa diminuição no tempo reflete a familiaridade adquirida com os procedimentos, o domínio das habilidades necessárias e um avanço na compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos.

Além disso, a análise dos resultados mostrou que, ao longo da realização das atividades da SD a elaboração de conclusões válidas foi aumentando de forma expressiva. Esse desenvolvimento evidencia um processo contínuo de internalização dos conceitos trigonométricos, destacando o impacto positivo das atividades experimentais na habilidade de formular conclusões válidas.

A análise dos erros no pós-teste revelou que, embora o aumento no número de acertos tenha sido expressivo, alguns estudantes ainda apresentaram equívocos de natureza conceitual, o que pode ser atribuído à novidade do tema abordado. Adicionalmente, o estudo também buscou explorar a relação entre variáveis socioeconômicas e o desempenho matemático dos estudantes, por meio do Teste Exato de Fisher. Os resultados obtidos revelaram que a frequência escolar é o único fator com associação significativa, evidenciando a assiduidade como um componente essencial para o sucesso acadêmico.

Assim, embora os resultados sejam promissores, algumas fragilidades e limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, o estudo se concentrou em uma única turma, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras populações escolares. Além disso, as

variáveis socioeconômicas não foram exploradas de forma abrangente, restringindo a compreensão das influências externas no desempenho dos alunos.

Deste modo, para enriquecer o campo de estudo, algumas questões permanecem em aberto e podem ser exploradas em investigações futuras: Quais são os fatores socioeconômicos específicos que influenciam o desempenho dos alunos em matemática, além da frequência escolar? Como a motivação e a ansiedade dos alunos afetam seu aprendizado e desempenho em disciplinas como a matemática? Qual o impacto de intervenções pedagógicas semelhantes em diferentes contextos educacionais e em turmas com características diversas?

Responder a essas perguntas poderá proporcionar uma compreensão mais profunda das dinâmicas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem em matemática e contribuir para a formulação de práticas educacionais mais eficazes e inclusivas.

Referências

ARTUZO, Andreyra Beatriz Moreski; RIVA, Fernando; ALBANI, Jaqueline Maria de Souza. Análise de erros no conteúdo de álgebra no 8º e 9º ano do ensino fundamental: estudo de caso. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, PR, Brasil, v. 11, n. 24, p. 442-464, jan.-abr. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/6712/4788>. Acesso em 6 set. 2024.

BRAYNER JÚNIOR, Carlos Alberto Martinho. **Ensino de Equações Trigonométricas por Atividades Experimentais**. 2021, 304f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/603967>. Acesso em 10 out. 2024.

CARMO, João dos Santos. Produção de erros no ensino e na aprendizagem: Implicações para a interação professor-aluno. In: MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti; REALI, Aline Maria de Medeiros Rodrigues. (Ed.). **Aprendizagem profissional da docência: saberes, contextos e práticas**. São Carlos: EdUFSCar, 2010. p. 211-227.

CURY, Helena Noronha; SILVA, Priscila Nitibailoff da. Análise de erros em resolução de Problemas: uma experiência de estágio em um curso de licenciatura em matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, jan/abr, p. 85-97, 2008. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/226/199>. Acesso em: 12 out. 2024.

DA PENHA, Rodolfo Sena; ANDRADE, Wendel Melo; DE LIRA, Jorge Herbert Soares; DOS SANTOS, Maria José Costa. A análise de erros baseada em evidências como estratégia de apoio na promoção da aprendizagem matemática. **Observatório de la economía latinoamericana**, 21(12), 25082-21099. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv21n12-089>. Acesso em: 22 set. 2024.

Uma análise de desempenho no ensino de trigonometria no triângulo por Atividades Experimentais

GRIS, Gabriele; PALOMBARINI, Livia dos Santos; CARMO, João dos Santos. Uma revisão sistemática de variáveis relevantes na produção de erros em matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 33, n. 64, p. 649-671, ago. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/qyRXCJQtStx3ZHxP3kFmv5t/?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2024.

LIMA, Israel Costa. **O ensino de inequações trigonométricas por atividade**. 2021. 145f. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2021. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/712998>. Acesso em 10 out. 2024.

SÁ, Pedro Franco de. As atividades experimentais no ensino de matemática. **REMATEC** – Revista de Matemática, Ensino e Cultura, Ano 15, Número 35, p. 143-162, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2020.n15.p143-162.id290>. Acesso em: 2 out. 2024.

SÁ, Pedro Franco de. Ensinando matemática através da redescoberta. **Traços**, Belém, v. 2, n. 3, p. 77-81, agosto, 1999.

SILVA, Cláudio Lima da; SILVA, Ana Kely Martins da; SÁ, Pedro Franco de. Variação do tempo no ensino de matemática por atividades experimentais de conceituação e redescoberta. **Revista Cocar**, [S.l.], v. 21, n. 39, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/8426>. Acesso em: 25 out. 2024.

SILVA, Cláudio Lima da. **Ensino de trigonometria no triângulo por atividades experimentais**. 2023. 318f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Parauapebas, 2023. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/740233>. Acesso em: 15 set. 2024.

SILVA, Luiz Carlos Soares da. **O Ensino de Relações Trigonométricas por Atividades**. 2019. 355f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559496>. Acesso em 10 out. 2024.

SPINILLO, Alina Galvão; SOARES, Maria Tereza Carneiro; MORO, Maria Lúcia Faria; LAUTERT, Sintria Labres. Como Professores e Futuros Professores Interpretam Erros de Alunos ao Resolverem Problemas de Estrutura Multiplicativa? **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 30, n. 56, p. 1188 - 1206, dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a18>. Acesso em: 5 out. 2024.

Sobre os autores

Cláudio Lima da Silva

Possui Graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2013) e Mestrado em Ensino de Matemática pela mesma instituição (2023). Desempenhou a função de Tutor Presencial no curso de Licenciatura em Matemática no Núcleo de Educação Continuada e a Distância - (NECAD/UEPA/UAB). Atualmente é Professor de Matemática, pertencente ao quadro efetivo da Rede Municipal de Ensino (SEMED) - Parauapebas/PA e Rede Estadual de Ensino (SEDUC/PA).

E-mail: claudiolimabrasil@hotmail.com **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8479-7085>

Ana Kely Martins da Silva

Possui Graduação em Pedagogia pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (1992). É especialista em Metodologia da Educação Superior pela PUC/MG. Mestrado Em Ciências da Educação Docência Universitária - IPLAC (2000). Doutorado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC/RJ (2010). E Pós-Doutorado em Educação com ênfase em Psicologia Cognitiva pela Universidade de Flores - Buenos Aires (2020). É professora adjunta IV da Universidade do Estado do Pará (UEPA) desde 1994 e Diretora do Desenvolvimento de Ensino da UEPA (desde outubro de 2023). Atualmente atua como docente nos cursos de Licenciatura e no Mestrado Profissional em Ensino de Matemática. Integra o grupo de pesquisa: Grupo de Estudos em Cognição e Educação Matemática.

E-mail: ana.kely@uepa.br **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-2893-9138>

Cinthia Cunha Maradei Pereira

Possui graduação em Licenciatura em Matemática e em Tecnologia em Processamento de Dados, especialização em Informática Médica, mestrado em Ciências da Computação e Doutorado em Genética e Biologia Molecular (Bioinformática). Atualmente é Professora Adjunto IV da Universidade do Estado do Pará, docente do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática/UEPA e vice-líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Matemática e Tecnologias. Participa do desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao ensino de Matemática.

E-mail: cinthia@uepa.br **Orcid:** <https://orcid.org/0000-0002-5006-5051>

Recebido em: 02/11/2024

Aceito para publicação em: 25/12/2024