

Mudanças no Desempenho em Trigonometria a Partir de uma Intervenção Pedagógica Mediada por Jogos, Materiais Concretos e Atividade Orientadora de Ensino

Vanessa Araujo Sales¹, Guilherme Luiz de Oliveira Neto², Ronaldo Campelo da Costa³, Lays Santana Lima⁴, Marlus Conceição Rodrigues⁵, Reis José da Silva Filho⁶

¹Especialista, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil, e-mail: vanessaraujo687@gmail.com; ²Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil, e-mail: guilherme@ifpi.edu.br; ³Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil, e-mail: ronaldo-campelo@ifpi.edu.br; ⁴Mestra, Centro de Ensino Dr. Paulo Ramos, Maranhão, Brasil, e-mail: layssantana17@gmail.com; ⁵Mestrando, Unidade Escolar Oto Martins Veloso, Piauí, Brasil, e-mail: professormarlusrodrigues@gmail.com; ⁶Especialista, CETI Moisés Lima Verde, Piauí, Brasil, e-mail: reyssilva88@gmail.com.

<https://doi.org/10.67694/0w48zv16>

Received: 13/08/2026 | Accepted: 18/08/2026 | Published: 20/08/2026 | Pages: 94–102

ABSTRACT

This study quantitatively analyzed changes in the performance of 18 second-year high school students in the context of a pedagogical intervention for teaching trigonometry based on games, concrete materials, and the Teaching-Oriented Activity (AOE) framework. The research was conducted at a public school in São Raimundo Nonato, Piauí, Brazil. This article presents a descriptive quantitative subset of a broader investigation, comparing an initial diagnostic assessment and a summative assessment, each comprising ten questions. It should be noted that the initial assessment was administered after the first practical activity of the intervention; therefore, it does not constitute a strictly pre-intervention baseline. Data were analyzed using descriptive statistics, including frequencies and percentages of correct answers. The total number of correct responses increased from 49 in the initial assessment to 153 in the final assessment. The mean number of students answering each item correctly rose from 4.9 to 15.3, corresponding to an increase in average performance from 27.2% to 85.0%. All items showed higher numbers of correct responses in the final assessment, with notable gains in items related to the unit circle. The findings indicate a marked observed improvement in class performance over the intervention period. However,

because the study did not include a comparison group and the initial assessment occurred after the intervention had begun, causal conclusions cannot be established. The study provides descriptive quantitative evidence on diversified approaches to trigonometry teaching involving games, manipulatives, and contextualized problem-solving situations.

Key words: trigonometry; mathematics education; mathematical games; concrete materials; Teaching-Oriented Activity.

RESUMO

Este estudo analisou quantitativamente a mudança no desempenho de 18 estudantes do 2º ano do Ensino Médio no contexto de uma intervenção pedagógica para o ensino de Trigonometria fundamentada na utilização de jogos, materiais concretos e Atividade Orientadora de Ensino (AOE). A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública do município de São Raimundo Nonato, Piauí. Este artigo apresenta um recorte quantitativo descritivo de uma investigação mais ampla, concentrando-se na comparação entre uma avaliação inicial diagnóstica e uma avaliação somativa final, ambas compostas por dez questões. Ressalta-se que a avaliação inicial foi aplicada após a primeira atividade prática da intervenção, não constituindo, portanto,

uma medida estritamente anterior a qualquer contato com a proposta. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, considerando frequências e percentuais de acertos. Na avaliação inicial, foram registrados 49 acertos nas dez questões, enquanto, na avaliação final, foram obtidos 153 acertos. A média de estudantes que responderam corretamente a cada questão passou de 4,9 para 15,3, correspondendo a uma mudança de aproximadamente 27,2% para 85,0% de aproveitamento médio. Todas as questões apresentaram aumento no número de respostas corretas, com avanços especialmente expressivos nos itens relacionados ao círculo trigonométrico. Os resultados evidenciam uma melhora descritiva do desempenho da turma ao longo do período analisado. Entretanto, a ausência de grupo de comparação e o momento de aplicação da avaliação inicial não permitem atribuir causalmente toda a mudança observada à intervenção. O estudo contribui com evidências quantitativas descritivas para a discussão sobre abordagens diversificadas no ensino de Trigonometria e sobre o uso pedagógico de jogos, recursos manipuláveis e situações-problema contextualizadas.

Palavras-chave: trigonometria; educação matemática; jogos matemáticos; materiais concretos; Atividade Orientadora de Ensino.

INTRODUÇÃO

O ensino de Trigonometria no Ensino Médio envolve conceitos que exigem dos estudantes a articulação entre conhecimentos geométricos, algébricos e métricos. A compreensão das razões seno, cosseno e tangente, por exemplo, não se limita à memorização de relações, mas requer a identificação dos elementos envolvidos, a interpretação da situação e a escolha de procedimentos coerentes com o problema proposto. Essa característica torna o ensino do conteúdo um campo fértil para a utilização de diferentes formas de representação e de estratégias que favoreçam a participação dos estudantes.

Em documentos curriculares brasileiros, a Matemática é apresentada como uma área que deve favorecer a investigação, a resolução de problemas, a argumentação e a aplicação dos conhecimentos em diferentes contextos (Brasil, 2018). No ensino de Trigonometria, essa orientação ganha relevância porque determinados conceitos podem permanecer pouco significativos quando apresentados apenas por meio de fórmulas e exercícios repetitivos.

Os jogos e os materiais manipuláveis constituem possibilidades para diversificar o trabalho pedagógico. Grando (2000) discute o jogo como recurso capaz de envolver processos de elaboração de estratégias, tomada de decisões e resolução de problemas. Lorenzato (2012), por sua vez, destaca o papel dos materiais didáticos e do Laboratório de Ensino de Matemática na criação de situações que favoreçam a exploração e a compreensão dos conceitos matemáticos. Esses recursos, contudo, precisam estar articulados aos objetivos de aprendizagem e às ações planejadas pelo professor.

Além das contribuições fundacionais, estudos recentes têm ampliado a discussão sobre a organização do ensino de Matemática e sobre abordagens diversificadas para a Trigonometria. Souza *et al.* (2021) reforçam a importância da intencionalidade das situações desencadeadoras de aprendizagem no âmbito da Atividade Orientadora de Ensino. Em outra direção complementar, Pereira, Batista e Oliveira (2021)

discutem práticas de laboratório voltadas ao ensino de Trigonometria que articulam diferentes recursos didáticos, enquanto Souza, Pereira e Batista (2024) apresentam uma proposta com instrumento manipulável para o estudo de conceitos trigonométricos no triângulo retângulo. Esses trabalhos recentes reforçam a necessidade de integrar os recursos didáticos a objetivos conceituais claros e à mediação docente.

Na investigação que deu origem a este artigo, jogos, materiais concretos e situações contextualizadas foram organizados em uma sequência didática orientada pelos pressupostos da Atividade Orientadora de Ensino. A intervenção contemplou conteúdos relacionados às razões trigonométricas no triângulo retângulo e no círculo trigonométrico, além das Leis dos Senos e dos Cossenos. Entre as atividades desenvolvidas estiveram o uso de materiais concretos sobre o Teorema de Pitágoras e o círculo trigonométrico, a Trilha Trigonométrica Humana, o Dominó Trigonométrico, o Bingo Trigonométrico e uma situação-problema contextualizada com o Parque Nacional da Serra da Capivara.

Embora a pesquisa tenha produzido dados qualitativos e quantitativos, o presente artigo concentra-se especificamente nos resultados das avaliações diagnóstica e somativa. Esse recorte permite observar, de forma mais objetiva, como se modificou o número de estudantes que responderam corretamente às questões propostas em dois momentos da intervenção.

Dessa forma, o objetivo deste artigo é analisar quantitativamente a evolução do desempenho dos estudantes entre a avaliação inicial e a avaliação final, identificando os principais avanços observados nas questões de Trigonometria após a intervenção pedagógica.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Ensino de Trigonometria e a Necessidade de Diversas Abordagens

O ensino de Matemática apoiado em situações de investigação e resolução de problemas exige que o estudante participe de ações que envolvam compreensão, elaboração de estratégias, execução e revisão. Polya (1995) organiza a resolução de problemas a partir desses movimentos, oferecendo uma referência importante para propostas nas quais o estudante precisa tomar decisões e justificar procedimentos.

No ensino de Trigonometria, esse modo de organizar a aprendizagem pode ser associado à utilização de recursos que permitam explorar os conceitos antes de sua formalização. Lorenzato (2012) ressalta que materiais didáticos manipuláveis podem favorecer a observação, a experimentação e a construção de relações matemáticas, desde que seu uso esteja acompanhado de intencionalidade pedagógica. Nessa direção, os materiais utilizados na intervenção não foram empregados apenas para tornar as aulas mais dinâmicas, mas para criar oportunidades de visualização, manipulação e discussão dos conceitos.

Os jogos também podem contribuir para a aprendizagem matemática quando incorporados a situações em que o conhecimento matemático é necessário para agir. Grando (2000) destaca que, durante os jogos, os estudantes podem elaborar estratégias, testar possibilidades, lidar com erros e tomar decisões. Borin (1996) também relaciona jogos e resolução de problemas, ressaltando a possibilidade de criar situações nas quais o aluno precisa pensar sobre caminhos para alcançar

determinado resultado.

A Atividade Orientadora de Ensino voltada ao Ensino de Trigonometria

A Atividade Orientadora de Ensino constitui o fundamento teórico-metodológico da intervenção. Para Moura (1996), a atividade de ensino pode assumir uma função formadora quando organizada intencionalmente e articulada à necessidade de aprendizagem. Em trabalhos posteriores sobre a AOE, a situação desencadeadora de aprendizagem é compreendida como parte de uma organização do ensino que favorece a relação entre conhecimento, ação do estudante e mediação docente (Souza et al., 2021). Na pesquisa analisada, esse princípio esteve presente sobretudo na situação envolvendo a determinação de uma distância entre formações rochosas no contexto do Parque Nacional da Serra da Capivara.

A dimensão social da aprendizagem também é relevante. Vygotsky (2007) compreende o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores em relação às interações sociais e à mediação. Em uma proposta que envolve jogos em grupo, discussão de estratégias e socialização de soluções, a interação entre os estudantes passa a integrar o próprio processo de aprendizagem.

A contextualização constitui outro aspecto presente na intervenção. Silva e Mota (2021), ao discutirem uma abordagem contextualizada para a Educação Matemática, evidenciam possibilidades de aproximação entre os conhecimentos escolares e elementos do contexto dos estudantes. No presente estudo, a utilização do Parque Nacional da Serra da Capivara como contexto para uma situação trigonométrica buscou aproximar o conteúdo de uma referência presente no território em que os estudantes vivem.

Esses referenciais não conduzem à ideia de que jogos, materiais concretos ou contextualização produzam automaticamente aprendizagem. A contribuição pedagógica depende da forma como os recursos são integrados aos objetivos, às situações propostas e aos processos de mediação. Por isso, a análise quantitativa apresentada neste artigo é interpretada como evidência do desempenho da turma após uma sequência composta por diferentes estratégias, e não como prova do efeito isolado de um único recurso.

MÉTODO

Tipo de pesquisa

A investigação original foi desenvolvida no campo da Educação Matemática, com abordagem predominantemente qualitativa e incorporação de dados quantitativos. Este artigo, contudo, apresenta exclusivamente um recorte quantitativo descritivo dessa investigação, concentrado nos resultados das avaliações inicial e final. Quanto à finalidade, a pesquisa caracterizou-se como aplicada e, quanto aos objetivos, como exploratória. A investigação original também incluiu questionários, observação sistemática, diário de bordo e registros fotográficos, cujos dados não constituem o foco analítico deste manuscrito.

O estudo foi realizado com 18 estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da Rede Federal, localizada em São Raimundo Nonato, Piauí. A turma foi selecionada por ser a única turma do nível médio em que a pesquisadora ministra as aulas de Matemática. Foram incluídos os estudantes regularmente matriculados que participaram

das duas avaliações e atenderam aos procedimentos éticos previstos. Foram considerados os dados dos 18 alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa e essa participação foi voluntária.

Intervenção pedagógica

A intervenção ocorreu entre outubro e dezembro de 2025, totalizando 24 horas, distribuídas em 16 encontros, com duração aproximada de 1 a 2 horas cada. A sequência contemplou o estudo das razões seno, cosseno e tangente no triângulo retângulo e no círculo trigonométrico, além das Leis dos Senos e dos Cossenos. As atividades foram ministradas pela professora-pesquisadora, e as avaliações foram aplicadas pela mesma docente.

As 24 horas foram distribuídas entre diferentes estratégias didático-pedagógicas, contemplando 3 horas destinadas ao trabalho inicial com materiais concretos e 8 horas de atividades com jogos, sendo 4 horas para a Trilha Trigonométrica Humana, 2 horas para o Dominó Trigonométrico e 2 horas para o Bingo Trigonométrico. Foram destinadas ainda 3 horas à resolução de situações-problema e 3 horas à Atividade Orientadora de Ensino (AOE), além de momentos de sistematização dos conceitos trabalhados e de avaliação da aprendizagem e da experiência didática. Assim, as 5 horas restantes foram destinadas às avaliações e aos questionários utilizados no acompanhamento da intervenção.

Inicialmente, foram utilizados materiais concretos relacionados ao Teorema de Pitágoras e ao círculo trigonométrico. Na continuidade da sequência, os estudantes participaram da Trilha Trigonométrica Humana, organizada em grupos e composta por situações-problema; do Dominó Trigonométrico, aplicado no Laboratório de Ensino de Matemática; e do Bingo Trigonométrico. A etapa referente às Leis dos Senos e dos Cossenos foi organizada por meio de uma situação desencadeadora de aprendizagem inspirada em uma visita técnica fictícia ao Parque Nacional da Serra da Capivara.

Na situação da AOE, os estudantes precisavam determinar a distância entre duas formações rochosas inacessíveis para medição direta. A configuração do problema envolvia dois lados conhecidos, de 60 m e 75 m, e um ângulo de 60° entre eles. Durante a resolução, parte dos estudantes inicialmente considerou o Teorema de Pitágoras, mas, ao analisar a configuração do triângulo, reconheceu a possibilidade de utilizar a Lei dos Cossenos. Esse episódio foi registrado na pesquisa como evidência do processo de interpretação da situação e escolha de uma estratégia de resolução.

Instrumentos e procedimentos de coleta de dados

As avaliações inicial e final foram compostas por dez questões equivalentes, elaboradas de modo a contemplar os principais conteúdos trabalhados na intervenção e a possibilitar a comparação do desempenho dos estudantes nos dois momentos avaliativos. As questões 1 a 4 avaliaram a aplicação das razões trigonométricas no triângulo retângulo, envolvendo situações de determinação de medidas, como hipotenusa, altura e distâncias, a partir de ângulos conhecidos. A questão 5 avaliou a determinação da hipotenusa em um triângulo retângulo a partir de um ângulo notável de 30° e da medida do cateto oposto.

Já as questões 6 a 8 contemplaram conteúdos relativos ao círculo trigonométrico, incluindo a identificação de quadrantes, o reconhecimento da relação fundamental da Trigonometria

e a comparação de valores de funções trigonométricas. As questões 9 e 10 envolveram situações contextualizadas de resolução de triângulos quaisquer, mobilizando, respectivamente, a aplicação da Lei dos Senos e da Lei dos Cossenos. A correção considerou o número de respostas corretas em cada questão, sendo os resultados expressos pela quantidade de estudantes que obtiveram êxito em cada item, permitindo a comparação do desempenho entre as avaliações inicial e final.

A equivalência entre as avaliações inicial e final foi mantida por meio da correspondência entre os conteúdos, as habilidades e o nível de complexidade das questões propostas em cada instrumento. Embora os itens não fossem necessariamente idênticos, ambos contemplaram os mesmos eixos conceituais trabalhados durante a intervenção, permitindo verificar possíveis mudanças no desempenho dos estudantes após a realização das atividades. Dessa forma, a avaliação final preservou a coerência com a avaliação inicial, possibilitando uma comparação adequada dos resultados e a análise dos indícios de aprendizagem decorrentes da intervenção pedagógica.

A avaliação inicial foi aplicada após a primeira atividade prática, na qual os estudantes tiveram contato com materiais concretos relacionados às propriedades dos triângulos retângulos e ao círculo trigonométrico, além de uma introdução às razões trigonométricas. Por essa razão, ela não constitui uma medida basal anterior a toda a intervenção. Neste artigo, adota-se preferencialmente a expressão ‘avaliação inicial’, evitando a interpretação de um desenho pré/pós-intervenção estrito. Consequentemente, as diferenças observadas entre as avaliações são interpretadas de forma descritiva, sem atribuição causal exclusiva à intervenção.

Procedimentos de análise

Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatística descritiva. Para cada questão, calcularam-se a frequência absoluta e o percentual de acertos, considerando os 18 participantes em cada momento avaliativo. Também foram calculados o total de respostas corretas e a média de estudantes que responderam corretamente aos itens. Não foram realizados testes estatísticos inferenciais nem estimadas medidas de efeito; portanto, os resultados são interpretados como descrição da evolução observada na turma, sem inferência causal ou generalização estatística.

RESULTADOS

A comparação entre as duas avaliações mostra uma mudança consistente no desempenho da turma. Na avaliação inicial, o número de acertos por questão variou de 1 a 10 estudantes. Já na avaliação final, essa variação passou para 12 a 18 estudantes. A média de acertos por questão aumentou de

4,9 para 15,3.

Considerando as dez questões e os 18 participantes, a avaliação inicial totalizou 49 respostas corretas, enquanto a final alcançou 153. Assim, a média de aproveitamento passou de 27,2% para 85,0%, uma diferença de 57,8 pontos percentuais. A seguir, a Tabela 1 apresenta a síntese do desempenho dos alunos nas duas avaliações.

Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam não apenas um aumento no total de respostas corretas, mas uma melhora distribuída entre as questões avaliadas. Observa-se que, na avaliação inicial, a questão com menor desempenho apresentou apenas um acerto, enquanto, na avaliação final, o menor número de acertos registrado em uma questão passou para 12. Esse resultado sugere que o avanço não se restringiu às questões que inicialmente apresentavam maior índice de acertos, alcançando também conteúdos nos quais os estudantes demonstravam maiores dificuldades. O aumento do aproveitamento médio de 27,2% para 85,0% reforça, portanto, a existência de uma mudança expressiva no desempenho da turma após o desenvolvimento da proposta didática.

Esse resultado encontra respaldo em Siller e Ahmad (2024), que investigaram o uso combinado de materiais manipuláveis concretos e virtuais no ensino de Matemática com estudantes do Ensino Fundamental. Os autores verificaram que a utilização articulada desses recursos produziu resultados positivos no desempenho matemático dos estudantes, em comparação com práticas de ensino predominantemente tradicionais. Entre os conteúdos contemplados na intervenção estavam números inteiros, frações, números decimais e porcentagens, o que aproxima o estudo da temática investigada nesta pesquisa. Nessa perspectiva, os resultados apresentados na Tabela 1 convergem com evidências de que recursos que possibilitam visualizar, manipular e explorar conceitos matemáticos podem favorecer a compreensão e o desempenho dos estudantes.

No campo específico dos números racionais, McMullen et al. (2024) investigaram uma intervenção baseada em jogos voltada ao desenvolvimento do conhecimento adaptativo sobre números racionais. Os resultados indicaram que o ambiente de aprendizagem baseado em jogos contribuiu para o desenvolvimento desse conhecimento, possibilitando aos estudantes explorar relações entre diferentes características e representações dos números racionais. Esse resultado é particularmente relevante para a presente pesquisa, pois evidencia que a ludicidade, quando articulada a objetivos matemáticos bem definidos, pode ultrapassar a função meramente motivacional e constituir-se como estratégia de aprendizagem capaz de favorecer a construção e a articulação de conhecimentos matemáticos.

Tabela 1 – Síntese do desempenho da turma nas avaliações inicial e final

Indicador	Avaliação Inicial	Avaliação Final	Varição
Total de acertos nas 10 questões	49	153	+104
Média de acertos por questão	4,9	15,3	+10,4
Aproveitamento médio	27,2%	85,0%	+57,8 p.p.
Menor número de acertos em uma questão	1	12	+11
Maior número de acertos em uma questão	10	18	+8

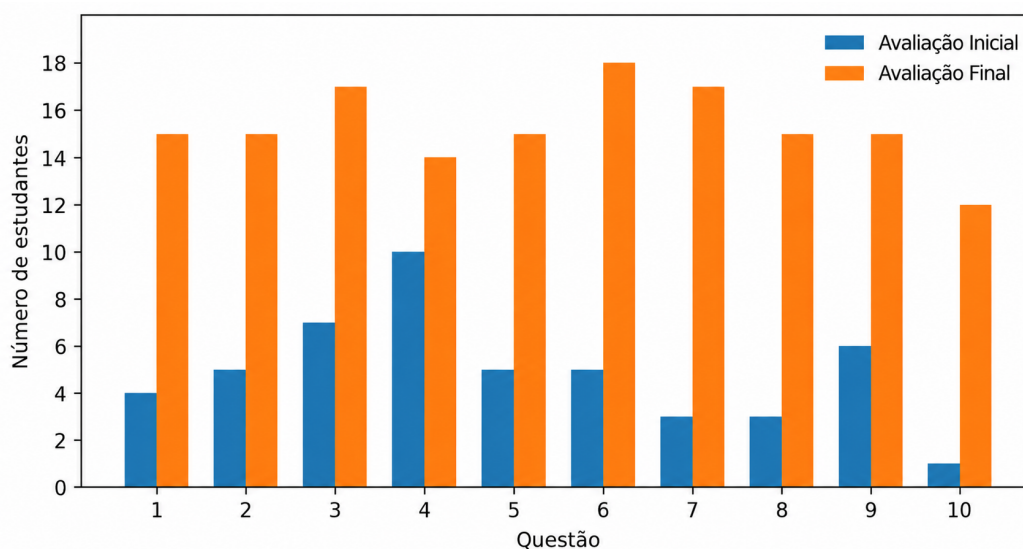
Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

Em contexto relacionado ao ensino de frações, [Pereira e Costa \(2025\)](#) destacam a importância de práticas pedagógicas que ultrapassem a memorização de regras e algoritmos e proporcionem aos estudantes uma compreensão mais significativa dos conceitos envolvidos. Os autores ressaltam a contribuição de metodologias diferenciadas e do emprego de materiais didáticos concretos para a compreensão das frações no Ensino Fundamental. Tal perspectiva encontra correspondência nos resultados desta investigação, uma vez que o crescimento observado entre as avaliações inicial e final ocorreu após a realização de atividades que buscaram aproximar os conteúdos matemáticos de experiências didáticas mais concretas, participativas e lúdicas.

Dessa forma, a elevação do aproveitamento médio de

27,2% para 85,0%, correspondente a uma diferença de 57,8 pontos percentuais, constitui um indício relevante da contribuição da intervenção pedagógica desenvolvida. Contudo, esses resultados devem ser interpretados considerando as características da pesquisa, especialmente o número de participantes e a ausência de elementos que permitam atribuir exclusivamente à intervenção toda a variação observada. Ainda assim, a aproximação dos achados com estudos recentes, como os de [Siller e Ahmad \(2024\)](#), [McMullen et al. \(2024\)](#) e [Pereira e Costa \(2025\)](#), fortalece a interpretação de que práticas pedagógicas que articulam recursos didáticos, materiais manipuláveis e estratégias lúdicas apresentam potencial para favorecer a aprendizagem de conteúdos matemáticos e, particularmente, a compreensão dos números racionais.

Gráfico 1 – Comparação do número de acertos por questão na avaliação inicial e na avaliação final



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

A análise do Gráfico 1 permite observar que a evolução do desempenho não ocorreu de maneira pontual, mas se manifestou em todas as dez questões avaliadas. Em todos os itens, o número de acertos na avaliação final foi superior ao registrado na avaliação inicial, indicando uma mudança generalizada no desempenho da turma após a realização da intervenção pedagógica. Entretanto, a magnitude dessa evolução não foi uniforme, o que permite identificar comportamentos distintos entre as questões.

Na avaliação inicial, a questão 4 apresentou o melhor desempenho, com 10 acertos, alcançando 14 acertos na avaliação final. Embora tenha registrado o menor crescimento absoluto entre as questões, com aumento de quatro acertos, esse comportamento deve ser analisado considerando que o item já apresentava desempenho inicial relativamente mais elevado. Em contrapartida, os maiores avanços ocorreram nas questões 7, 6 e 8, cujos números de acertos aumentaram, respectivamente, de 3 para 17, de 5 para 18 e de 3 para 15 estudantes. Tais variações correspondem a acréscimos de 14, 13 e 12 acertos e revelam que alguns dos itens que inicialmente apresentavam dificuldades expressivas passaram a apresentar elevados índices de desempenho após a intervenção.

A questão 10 também merece atenção. Na avaliação inicial, apenas um dos 18 participantes respondeu corretamente

ao item, enquanto, na avaliação final, 12 estudantes obtiveram êxito. Apesar do acréscimo expressivo de 11 acertos, essa questão permaneceu com o menor desempenho no pós-teste. Esse resultado sugere que, embora tenha ocorrido avanço substancial, determinadas habilidades ou conceitos mobilizados por esse item podem ter apresentado maior nível de dificuldade para os estudantes. Dessa forma, a análise questão a questão contribui para identificar não apenas os avanços globais da turma, mas também aspectos que podem demandar retomada, aprofundamento ou outras estratégias didáticas.

Resultados dessa natureza encontram aproximação com o estudo de [Jordan et al. \(2024\)](#), que investigou uma intervenção voltada ao desenvolvimento do sentido de fração em estudantes com dificuldades em Matemática. Os autores observaram que os estudantes participantes da intervenção apresentaram desempenho superior em medidas de conhecimento sobre frações, evidenciando que intervenções sistematicamente organizadas, com diferentes representações e oportunidades de exploração conceitual, podem contribuir para o desenvolvimento da compreensão dos números racionais. Essa perspectiva auxilia na interpretação do crescimento observado no Gráfico 1, sobretudo nas questões que inicialmente apresentavam baixos índices de acerto.

A utilização de estratégias lúdicas também encontra res-

paldo em [Guo et al. \(2024\)](#), que analisaram uma intervenção denominada *Fraction Ball*, baseada em atividades lúdicas e interativas para a aprendizagem de números racionais. Além de seus efeitos sobre aspectos emocionais relacionados à Matemática, os autores destacam que a proposta possibilitou a participação ativa dos estudantes em situações envolvendo frações, sem evidenciar uma relação de oposição entre aprendizagem matemática e experiências positivas durante as atividades. Tal resultado é relevante para esta pesquisa, uma vez que reforça a possibilidade de articular ludicidade, participação e construção do conhecimento matemático, desde que as atividades estejam orientadas por objetivos pedagógicos claramente definidos.

De modo complementar, [Pereda Loriente et al. \(2025\)](#) investigaram o ensino de frações e números decimais por meio de sequências de aprendizagem estruturadas e apoiadas por recursos tecnológicos. Os resultados indicaram melhora significativa entre as avaliações realizadas antes e após as atividades, sendo identificadas, no caso das frações, diferenças favoráveis à abordagem personalizada. Para os autores, a aprendizagem dos números racionais requer situações que promovam conexões entre conceitos, representações, ativida-

des e mecanismos de *feedback*. Essa interpretação converge com os resultados do presente estudo, na medida em que o avanço verificado em todas as questões sugere que a proposta desenvolvida favoreceu diferentes aspectos dos conhecimentos avaliados, ainda que em intensidades distintas.

Portanto, o comportamento apresentado no Gráfico 1 complementa os dados globais da Tabela 1 ao revelar que o aumento do aproveitamento médio não decorreu apenas de uma melhora concentrada em poucas questões. Houve crescimento em todos os itens da avaliação, com avanços particularmente expressivos em questões que apresentavam desempenho inicial reduzido. Esse conjunto de evidências, em diálogo com pesquisas recentes ([Jordan et al., 2024](#); [Guo et al., 2024](#); [Pereda Loriente et al., 2025](#)), reforça o potencial de intervenções que combinam recursos didáticos, participação ativa, estratégias lúdicas e diferentes formas de representação para favorecer a aprendizagem de números racionais. Ressalta-se, contudo, que a interpretação dos resultados deve considerar as características da amostra e o delineamento da pesquisa, não sendo possível atribuir, de forma isolada, toda a variação observada exclusivamente à intervenção realizada.

Tabela 2 – Número e percentual de acertos por questão

Questão	Inicial (n)	Inicial (%)	Final (n)	Final (%)	Variação (p.p.)
1	4	22,2%	15	83,3%	+61,1
2	5	27,8%	15	83,3%	+55,6
3	7	38,9%	17	94,4%	+55,6
4	10	55,6%	14	77,8%	+22,2
5	5	27,8%	15	83,3%	+55,6
6	5	27,8%	18	100,0%	+72,2
7	3	16,7%	17	94,4%	+77,8
8	3	16,7%	15	83,3%	+66,7
9	6	33,3%	15	83,3%	+50,0
10	1	5,6%	12	66,7%	+61,1

Fonte: Elaborada pelos autores, 2026.

DISCUSSÃO

Desempenho nas questões de 1 a 4

As quatro primeiras questões estavam relacionadas às razões trigonométricas no triângulo retângulo e a aplicações envolvendo medidas indiretas. No diagnóstico, os acertos variaram entre quatro e dez estudantes. Na avaliação final, os valores passaram para 15, 15, 17 e 14, respectivamente.

A questão 1 apresentou crescimento de 4 para 15 acertos, enquanto a questão 3 passou de 7 para 17. A questão 4 teve a menor variação do bloco, passando de 10 para 14, mas isso ocorreu justamente porque era o item com maior desempenho inicial. Os resultados indicam que, ao final da intervenção, entre 14 e 17 estudantes conseguiram responder corretamente aos itens desse conjunto.

Esses dados podem ser relacionados à proposta de re-

solução de problemas discutida por [Polya \(1995\)](#), na medida em que as questões demandavam mais do que a lembrança de uma fórmula: era necessário compreender a situação, identificar os elementos relevantes e estabelecer um caminho de resolução. A Trilha Trigonométrica Humana foi uma das atividades utilizadas para retomar esses conhecimentos de maneira colaborativa.

Desempenho na questão 5

A questão 5 apresentou cinco acertos na avaliação inicial, correspondendo a 27,8% da turma. O item avaliava a determinação da hipotenusa em um triângulo retângulo a partir de um ângulo notável e da medida de um dos catetos. Após a intervenção, a questão 5 alcançou 15 acertos na avaliação final, correspondendo a 83,3% dos estudantes. Dessa forma, houve um crescimento expressivo na resolução de situações

envolvendo as razões trigonométricas no triângulo retângulo.

Desempenho nas questões de 6 a 8

As questões 6, 7 e 8 apresentaram alguns dos menores índices no diagnóstico, com cinco, três e três acertos, respectivamente. Esses valores correspondem a 27,8%, 16,7% e 16,7% da turma. Após a intervenção, os mesmos itens alcançaram 18, 17 e 15 acertos. A questão 6 chegou a 100% de respostas corretas, enquanto a questão 7 alcançou 94,4%. A questão 8 também apresentou crescimento expressivo, passando de 16,7% para 83,3%.

Esse conjunto de resultados chama atenção porque reúne questões que exigiam a identificação de posições no círculo trigonométrico, relações entre ângulos e valores das funções e utilização da relação fundamental. A intervenção incluiu materiais concretos, o Dominó Trigonométrico, atividades escritas e o Bingo Trigonométrico, criando diferentes oportunidades para retomar os conceitos.

A interpretação desses resultados dialoga com [Lorenzato \(2012\)](#), para quem os materiais didáticos podem contribuir para a construção de significados quando utilizados em situações que favoreçam a exploração e a reflexão. A contribuição do recurso, entretanto, depende da mediação e da forma como ele é inserido na atividade de ensino.

Desempenho nas questões 9 e 10

Já as questões 9 e 10 foram as que apresentaram menor desempenho no diagnóstico entre os itens de maior complexidade. A questão 9 teve seis acertos, enquanto a questão 10 teve apenas um. Na avaliação final, os resultados passaram para 15 e 12 acertos.

A questão 10 merece destaque por ter apresentado o menor desempenho inicial, com apenas um acerto (5,6%). Na avaliação final, alcançou 12 acertos (66,7%), correspondendo a um aumento de 11 estudantes e de 61,1 pontos percentuais. Embora a evolução tenha sido expressiva, o item permaneceu com o menor percentual de acertos na avaliação final, indicando que esse conteúdo ainda demandava maior consolidação.

Esses itens envolviam situações contextualizadas e a aplicação da Lei dos Senos e da Lei dos Cossenos. Na atividade da AOE desenvolvida durante a intervenção, os estudantes também enfrentaram uma situação em que a distância entre duas formações rochosas não poderia ser obtida por medição direta. A necessidade de construir um modelo e selecionar uma relação trigonométrica aproximou o conteúdo de uma situação que exigia interpretação e tomada de decisão.

[Moura \(1996\)](#) compreende a atividade de ensino como uma unidade que pode organizar a relação do estudante com o conhecimento. Nessa perspectiva, a situação desencadeadora utilizada na intervenção procurou criar uma necessidade de utilização do conhecimento matemático. [Souza et al. \(2021\)](#) também discutem a relação entre a AOE e as situações desencadeadoras de aprendizagem, ressaltando a intencionalidade da organização do ensino.

Nos resultados quantitativos, é possível observar que houve aumento no número de acertos em todas as dez questões, com crescimento da média de 4,9 para 15,3 estudantes acertando cada item.

O primeiro aspecto a ser destacado é a consistência da evolução. Não houve nenhum item em que o número de acertos permanecesse igual ou diminuísse. Mesmo a questão 4, que já

apresentava o maior desempenho inicial, passou de dez para 14 acertos. Nos itens que apresentavam maior dificuldade, os ganhos foram ainda mais amplos.

O segundo aspecto diz respeito à redução da amplitude entre os itens com maior e menor número de acertos. Na avaliação inicial, essa amplitude era de nove estudantes (10 contra 1); na avaliação final, passou a seis (18 contra 12). Esse resultado indica maior uniformidade do desempenho entre as questões avaliadas, mas não permite concluir maior homogeneidade entre os estudantes, pois não foram analisadas medidas de dispersão dos escores individuais.

A utilização de materiais manipuláveis e jogos integrou o contexto pedagógico em que se observou a melhora nesses itens e pode ter favorecido oportunidades de visualização, manipulação e discussão das relações trigonométricas. Entretanto, como as estratégias foram empregadas de forma combinada, não houve grupo de comparação e a avaliação inicial ocorreu após o começo da intervenção, os dados não permitem atribuir o ganho observado a um recurso específico.

O quarto aspecto refere-se às situações de maior complexidade. A questão 10, que apresentou apenas um acerto no diagnóstico, alcançou 12 na avaliação final. O avanço é expressivo, mas a permanência de seis estudantes sem acerto também indica que a dificuldade não foi totalmente superada.

Com isso, em pesquisas realizadas no contexto escolar, a compreensão dos efeitos de uma intervenção precisa considerar as condições concretas em que ela ocorreu. [Gil \(2022\)](#) ressalta a importância da coerência entre objetivos, procedimentos de coleta e análise. Nesse estudo, a combinação de diferentes instrumentos permitiu uma leitura mais ampla do processo, enquanto o recorte quantitativo tornou possível explicitar a evolução do desempenho.

Também é importante não separar a escolha dos recursos de sua organização pedagógica. Os jogos, materiais concretos e situações contextualizadas foram inseridos em uma sequência que alternou explicações, manipulação, resolução de problemas, interação entre pares e sistematização. Assim, o que se observa nos resultados é a resposta dos estudantes a uma proposta didática integrada.

Nesse sentido, a experiência analisada reforça a pertinência de práticas que ampliem as oportunidades de o estudante agir sobre o conhecimento matemático, discutir estratégias e relacionar os conceitos a situações que façam sentido no contexto escolar. Os dados quantitativos oferecem evidências desse movimento, mas também mostram que a aprendizagem permanece desigual e exige continuidade do trabalho pedagógico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar quantitativamente a evolução do desempenho de 18 estudantes do 2º ano do Ensino Médio entre a avaliação inicial e a avaliação final realizadas no contexto de uma intervenção pedagógica para o ensino de Trigonometria.

Além disso, a análise por questão confirmou que todos os itens apresentaram aumento no número de acertos. Na questão 7, o número de acertos passou de três para 17, enquanto, na questão 10, passou de um para 12.

Ao mesmo tempo, a análise revelou que a aprendizagem não ocorreu de maneira uniforme. A questão 10, apesar de ter apresentado grande crescimento, permaneceu como

o item com menor percentual de acerto na avaliação final. Esse resultado indica a necessidade de continuidade das ações pedagógicas e de retomada de conhecimentos que ainda não foram consolidados por todos.

Os resultados devem ser interpretados à luz de algumas limitações. O estudo envolveu apenas 18 estudantes de uma única turma e não contou com grupo de comparação. Além disso, a avaliação inicial foi aplicada após o início da intervenção, o que impede tratá-la como medida basal estritamente prévia. Por fim, a análise foi exclusivamente descritiva, sem testes inferenciais ou medidas de efeito. Assim, os achados descrevem a evolução observada neste grupo específico e não devem ser generalizados automaticamente para outras turmas ou contextos.

Apesar dessas limitações, a experiência oferece elementos relevantes para o ensino de Trigonometria ao documentar uma proposta que articulou recursos manipuláveis, jogos, resolução de problemas e contextualização. Os resultados indicam que esse tipo de organização pode ser explorado em outras turmas e contextos, com novas investigações que utilizem amostras maiores, acompanhamento longitudinal ou grupos de comparação.

Como continuidade, estudos futuros podem investigar quais estratégias da sequência produzem maior contribuição para diferentes conteúdos trigonométricos e como recursos concretos e digitais podem ser articulados. Também pode ser aprofundada a análise das dificuldades que permaneceram após a intervenção, especialmente nas situações que exigem maior articulação entre conceitos e procedimentos.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento específico.

LICENÇA

Este artigo está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

REFERÊNCIAS

BORIN, Júlia. **Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática**. 2. ed. São Paulo: CAEM/IME-USP, 1996.

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

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GRANDO, Regina Célia. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

GUO, Siling *et al.* Buckets of Fun: Impacts of Fraction Ball Activities on Students' Math-Related Emotions. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v. 92, p. 101645, 2024. DOI: [10.1016/j.appdev.2024.101645](https://doi.org/10.1016/j.appdev.2024.101645). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2024.101645>.

JORDAN, Nancy C. *et al.* Exploring the Impact of a Fraction Sense Intervention in Authentic School Environments: An Initial Investigation. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 244, p. 105954, 2024. DOI: [10.1016/j.jecp.2024.105954](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105954). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.105954>.

LORENZATO, Sérgio (ed.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

MCMULLEN, Jake *et al.* A Game-Based Approach to Promoting Adaptive Rational Number Knowledge. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 26, n. 4, p. 411–427, 2024. DOI: [10.1080/10986065.2023.2177818](https://doi.org/10.1080/10986065.2023.2177818). Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10986065.2023.2177818>.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. A atividade de ensino como unidade formadora. **BOLEMA – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 12, p. 29–43, 1996.

PEREDA LORIENTE, Álvaro *et al.* Enhancing Mathematics Performance in Primary Education: The Impact of Personalized Learning on Fractions and Decimal Numbers. **Education and Information Technologies**, v. 30, p. 15961–15991, 2025. DOI: [10.1007/s10639-025-13428-5](https://doi.org/10.1007/s10639-025-13428-5). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13428-5>.

PEREIRA, Ana Carolina Costa;
BATISTA, Antonia Naiara de Sousa;
OLIVEIRA, Gisele Pereira. Novas configurações do laboratório de ensino de Trigonometria a partir da incorporação da tecnologia articulada à história da Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1–19, 2021. DOI: [10.26843/rencima.v12n4a38](https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a38). Disponível em: <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n4a38>. Acesso em: 18 ago. 2026.

PEREIRA, José Carlos de Souza;
COSTA, Maria Dilcilene Alves da. Percepções sobre o ensino de fração a partir de uma revisão de literatura com foco em práticas docentes e uso de materiais didáticos. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 12, n. 1, p. 172–189, 2025. DOI: [10.23925/2358-4122.68986](https://doi.org/10.23925/2358-4122.68986). Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.68986>.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

SILLER, Hans-Stefan; AHMAD, Sagheer. The Effect of Concrete and Virtual Manipulative Blended Instruction on Mathematical Achievement for Elementary School Students. **Canadian Journal of Science, Mathematics and**

Technology Education, v. 24, p. 229–266, 2024. DOI: [10.1007/s42330-024-00336-y](https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y>.

SILVA, Fabrício Oliveira da;
MOTA, Charles Maycon de Almeida. Trigonometrizando na roça: implicações de uma educação matemática contextualizada. **Revista Baiana de Educação Matemática**, Salvador, v. 2, n. 1, e202116, 2021. DOI: [10.47207/rbem.v2i01.12502](https://doi.org/10.47207/rbem.v2i01.12502). Disponível em: <https://doi.org/10.47207/rbem.v2i01.12502>. Acesso em: 18 ago. 2026.

SOUZA, Flávia Dias de *et al.* Do conceito de Atividade Orientadora de Ensino às situações desencadeadoras de aprendizagem em pesquisas sobre ensino e formação de professores. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 28, e061,

2021. DOI: [10.14393/ER-v28a2021-61](https://doi.org/10.14393/ER-v28a2021-61). Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ER-v28a2021-61>. Acesso em: 18 ago. 2026.

SOUZA, Francisco Wallisson Moreira de;
PEREIRA, Ana Carolina Costa;
BATISTA, Antonia Naiara de Sousa. O uso do Vicmetro como instrumento para o estudo de conceitos trigonométricos no triângulo retângulo. **Brazilian Electronic Journal of Mathematics**, Uberlândia, v. 5, p. 1–22, 2024. DOI: [10.14393/BEJOM-v5-2024-70708](https://doi.org/10.14393/BEJOM-v5-2024-70708). Disponível em: <https://doi.org/10.14393/BEJOM-v5-2024-70708>. Acesso em: 18 ago. 2026.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.