Instituto Federal de Brasília
*Campus* IFB Estrutural
Especialização Matemática, Educação e Tecnologias

Juliana Monick Costa da Silva Barbosa

# A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL LÚDICO NO ENSINO MÉDIO COMO INSTRUMENTO PARA ASSIMILAÇÃO DOS CONTEÚDOS TRIGONOMÉTRICOS

Brasília
2025

Juliana Monick Costa da Silva Barbosa

# A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL LÚDICO NO ENSINO MÉDIO COMO INSTRUMENTO PARA ASSIMILAÇÃO DOS CONTEÚDOS TRIGONOMÉTRICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Especialização em Matemática, Educação e Tecnologias do Instituto Federal de Brasília – Campus Estrutural, como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista em Matemática, Educação e Tecnologias.

Orientador(a): Mauro Oliveira Alencar

Brasília
2025

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Juliana Monick Costa da Silva Barbosa

**A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL LÚDICO NO ENSINO MÉDIO COMO INSTRUMENTO PARA ASSIMILAÇÃO DOS CONTEÚDOS TRIGONOMÉTRICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília Campus Estrutural como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Especialista em Matemática, Educação e Tecnologias.

Aprovado em 12 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Assinaturas digitais

gov.br Documento assinado digitalmente
MAURO OLIVEIRA ALENCAR
Data: 25/02/2026 17:36:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Mauro Oliveira Alencar – orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
UALACE SANTANA DE MELO
Data: 27/02/2026 17:22:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Ualace Santana de Melo – membro

Hanna Carolina da SIlva Rezende - membro

gov.br Documento assinado digitalmente
HANNA CAROLINA DA SILVA REZENDE
Data: 28/02/2026 10:05:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Brasília

2025

INSTITUTO FEDERAL
Brasília

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO ..... 6

2 REFERENCIAL TEÓRICO ..... 8

2.1 O ensino da trigonometria na educação básica ..... 8

2.2 Desafios no ensino e aprendizagem da trigonometria ..... 10

2.3 Uso de materiais lúdicos no ensino de matemática ..... 11

2.4 A mandala trigonométrica como recurso didático ..... 12

3 METODOLOGIA ..... 13

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 16

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 21

REFERÊNCIAS ..... 23

ANEXO A – Descrição e modo de uso da mandala trigonométrica ..... 25

## RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de um estudo que investigou a eficácia da Mandala Trigonométrica como um recurso didático-lúdico na assimilação dos conteúdos de ângulos congruentes módulo 360° (ângulos coterminais) e ângulos notáveis por estudantes do Ensino Médio. Utilizando um delineamento experimental, a pesquisa comparou uma abordagem pedagógica tradicional com uma intervenção mediada pela manipulação do material lúdico. Os resultados demonstraram que o Grupo de Tratamento, que utilizou a mandala, exibiu um processo cognitivo superior, trocando a memorização mecânica por um raciocínio dedutivo e visualização das simetrias no ciclo trigonométrico. Além disso, a intervenção resultou em um significativo aumento do engajamento e da autonomia dos alunos na resolução de problemas. Conclui-se que o uso da Mandala Trigonométrica funciona como um recurso mediador eficaz que fortalece a compreensão conceitual e contribui para a inovação metodológica na Educação Matemática.



**Palavras-chave:** Mandala Trigonométrica; Ensino de Trigonometria; Recursos Lúdicos; Raciocínio Dedutivo; Ensino Médio; Educação Matemática.



## ABSTRACT

This article presents the results of a study that investigated the effectiveness of the Trigonometric Mandala as a playful didactic resource to support high school students' learning of congruent arcs and notable angles. Using an experimental design, the research compared a traditional pedagogical approach with an intervention mediated by the manipulation of the ludic material. The results revealed that the Treatment Group, which used the mandala, demonstrated superior cognitive development, replacing mechanical memorization with deductive reasoning and visualization of symmetries in the trigonometric cycle. Furthermore, the intervention significantly increased students' engagement and autonomy in problem solving. It is concluded that the use of the Trigonometric Mandala acts as an effective mediating resource that enhances conceptual understanding and contributes to methodological innovation in Mathematics Education.



**Keywords:** Trigonometric Mandala; Trigonometry Teaching; Playful Resources; Deductive Reasoning; High School; Mathematics Education.

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema a utilização do material lúdico no Ensino Médio como instrumento para a assimilação dos conteúdos trigonométricos. Observa-se que o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, em seus diferentes níveis, ainda apresenta grandes obstáculos, especialmente por se tratar de uma área do conhecimento que envolve o estudo da álgebra, geometria, estatística, trigonometria e cálculo. A Trigonometria, especificamente, é compreendida como uma área da Matemática que investiga funções e relações trigonométricas e está fortemente presente nos currículos escolares do Ensino Médio. No entanto, considera-se que, apesar de sua relevância, essa área costuma ser ensinada de maneira excessivamente teórica e abstrata, o que contribui para o desinteresse dos alunos e para a dificuldade em assimilar os conteúdos de forma significativa.

A palavra “Trigonometria”, inclusive, costuma provocar, no Ensino Médio, certo temor entre os estudantes. O contato com termos como senos, cossenos e ângulos notáveis, quando apresentados de forma descontextualizada, tende a gerar desmotivação, o que faz com que muitos alunos recorram apenas à memorização como estratégia para passar nas provas, sem alcançar a compreensão necessária. Diante desse cenário, observa-se uma inquietação: seria possível tornar o conteúdo mais acessível, visual e até mesmo interessante? A partir dessa inquietação, surge o interesse em investigar recursos que tornem o ensino da Trigonometria mais próximo da realidade dos alunos, utilizando-se de materiais lúdicos como ferramentas pedagógicas capazes de despertar o interesse e melhorar o processo de aprendizagem.

Dessa forma, o problema que orientou esta pesquisa foi: quais instrumentos favoreceram o ensino da Trigonometria mediante o uso de materiais lúdicos no Ensino Médio? Essa indagação surgiu a partir de observações em sala de aula, tanto no contexto da atuação como professora de Matemática em uma escola privada do Distrito Federal, quanto durante a experiência como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em uma escola pública do Distrito Federal. Foi possível perceber, nessas vivências, que os alunos do Ensino Médio demonstravam dificuldade em compreender conteúdos abstratos relacionados à Trigonometria, como ângulos notáveis, relações trigonométricas fundamentais e, principalmente, o círculo trigonométrico. Além disso, observou-se um desinteresse

generalizado por parte dos estudantes, o que agravava ainda mais a assimilação do conteúdo.

A hipótese que sustenta esta investigação foi a de que o uso de materiais lúdicos, especialmente a mandala trigonométrica, poderia favorecer a aprendizagem significativa dos conteúdos de Trigonometria no Ensino Médio, ao transformar conceitos abstratos em representações visuais e manipuláveis, capazes de estimular a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento. Acreditou-se que essa abordagem poderia contribuir para superar a concepção tradicional e promover uma aprendizagem mais significativa.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar a utilização do material lúdico, especificamente da mandala trigonométrica, na 2ª série do Ensino Médio, como instrumento de assimilação dos conteúdos trigonométricos. Para alcançar esse propósito, busca-se compreender quais materiais lúdicos favorecem o ensino da Trigonometria; destacar a importância do ensino da Trigonometria na formação do aluno; identificar as principais dificuldades e obstáculos enfrentados pelos estudantes no processo de aprendizagem da Trigonometria; e, por fim, analisar a utilização da mandala trigonométrica como ferramenta de ensino dos conteúdos trigonométricos em sala de aula, refletindo sobre seu potencial pedagógico e sua contribuição para a melhoria do desempenho dos alunos.

A relevância desta pesquisa está na tentativa de contribuir com práticas pedagógicas que valorizam a ludicidade como recurso facilitador do ensino da Trigonometria. A proposta busca investigar alternativas ao modelo tradicional, compreendendo que a ludicidade não se restringe a uma estratégia de motivação, mas se configura como uma abordagem didática capaz de transformar a forma como o conteúdo é apresentado, assimilado e utilizado pelos estudantes. Segundo Nascimento (2024), o uso de materiais concretos e lúdicos no ensino da Trigonometria permite desvincular-se do tradicionalismo das aulas de Matemática e favorece o aprendizado por meio da experimentação, visualização e interação. Ao priorizar metodologias que estimulam a participação do aluno e o diálogo entre teoria e prática, amplia-se a possibilidade de uma formação matemática mais sólida e significativa.

Outros estudos, como o de Martini et al. (2023), também reforçam a importância dos materiais manipulativos no ensino da Trigonometria. A utilização de instrumentos como círculos, triângulos e representações de ângulos estimula o envolvimento dos

estudantes e favorece a compreensão dos conceitos. Dentre esses recursos, destacam-se alguns materiais lúdicos, como o círculo trigonométrico com triângulos retângulos, que permite a construção das razões trigonométricas a partir dos lados dos triângulos, bem como a prancha trigonométrica, que evidencia a relação entre seno, cosseno e tangente.

No entanto, esta pesquisa tem como foco a mandala trigonométrica, buscando investigar seu potencial como material lúdico no processo de ensino e aprendizagem da Trigonometria. Busca-se compreender se esse recurso, por meio de sua riqueza visual e versatilidade, auxilia os alunos na visualização da repetição dos ângulos ao redor do ciclo trigonométrico, facilitando o entendimento sobre quantas voltas um ângulo completa, como ângulos diferentes podem apresentar os mesmos valores trigonométricos e de que forma se manifestam a periodicidade e a simetria das funções seno, cosseno e tangente.

Assim, o presente estudo justifica-se pelo compromisso em colaborar com a melhoria do ensino da Trigonometria no Ensino Médio, investigando alternativas metodológicas que dialogam com a realidade dos alunos e com os desafios enfrentados em sala de aula. Ao explorar a ludicidade como um caminho possível para tornar o conteúdo mais acessível e significativo, a pesquisa contribui para a construção de um ensino de Matemática mais crítico e envolvente, que respeita os ritmos e as necessidades dos estudantes e os estimula à aprendizagem ativa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O ensino da trigonometria na educação básica

O ensino da matemática frequentemente desperta dúvidas nos alunos quanto à sua aplicabilidade prática, utilidade no cotidiano e clareza conceitual. Muitos conteúdos, especialmente os mais abstratos como a Trigonometria, são abordados de forma excessivamente teórica e descontextualizada, dificultando a compreensão e desmotivando os estudantes. utilidade e compreensão, visto que, no cenário atual da educação o componente curricular de Matemática é considerado enigmático, complexo e demasiadamente abstrato. Nesse sentido Cerconi e Martins (2014 apud Nogueira et al., 2019, p.3) afirmam que a Matemática é muitas vezes uma disciplina

ministrada basicamente mediante a exposição de conceitos, leis e fórmulas, de maneira desarticulada, sem um significado real para os alunos.

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), é importante que a Trigonometria seja apresentada com base na resolução de problemas e vinculadas às suas aplicações, para que o aluno possa aprofundar seus conhecimentos acerca da importância da Trigonometria e adquirir novas percepções.

Ainda segundo os PCN+, é fundamental que os conteúdos de Matemática do Ensino Médio sejam abordados de forma contextualizada, contribuindo para que os alunos compreendam o uso da matemática como ferramenta para resolução de problemas do cotidiano e para o exercício da cidadania. Nesse contexto, a Trigonometria deve ser explorada a partir de suas aplicações práticas, facilitando o desenvolvimento de competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

O estudo da Trigonometria é essencial para diversas áreas do conhecimento, como a Geografia, a Física, a Astronomia e a Engenharia. O conhecimento trigonométrico tem aplicações importantes na triangulação, no cálculo de distâncias inacessíveis, e na construção de modelos que representam fenômenos periódicos.

Segundo Barros (2017, p.3), "o ensino da Trigonometria deve possibilitar aos educandos o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas práticos do cotidiano, orientar-se no espaço, ler mapas e calcular áreas e volumes." Esse conhecimento contribui ainda para o avanço tecnológico em diferentes épocas, como no período das navegações, ou na atualidade, em áreas como a agrimensura e os sistemas de navegação por satélite.

É importante ressaltar que o desenvolvimento dessas competências é especialmente relevante não apenas para alunos que seguirão carreira nas ciências exatas, mas também para a formação crítica e cidadã de todos os estudantes. A Trigonometria proporciona ao aluno ferramentas para analisar situações que envolvem variações cíclicas, localização espacial e medidas indiretas, habilidades que se aplicam em contextos acadêmicos, profissionais e cotidianos.

## 2.2 Desafios no ensino e aprendizagem da trigonometria

O ensino da Trigonometria no âmbito educacional tem sido considerado como uma área distanciada da realidade e de difícil compreensão. Grande parte dos alunos utiliza a memorização como estratégia para fixar o conteúdo, o que gera uma aprendizagem mecânica e limitada. A falta de contextualização e de recursos didáticos que estimulem a visualização e a experimentação contribui para que os estudantes tenham dificuldade em compreender os conceitos de forma significativa, o que impacta diretamente no desempenho e no interesse pela disciplina.

Borges (2020, p. 32) afirma que o ensino-aprendizagem de Trigonometria é percebido pelos alunos como extremamente abstrato, com excesso de fórmulas e identidades a serem decoradas. Freitas (2016, p. 2) também destaca que as leis trigonométricas provocam rejeições nos estudantes devido à ausência de contexto e significado.

Esse tipo de abordagem leva os alunos a enxergarem a Trigonometria de forma mecânica, limitada à simples memorização de fórmulas, sem compreensão real dos conceitos. É comum, por exemplo, que memorizem a identidade trigonométrica fundamental $\text{sen}^2x + \cos^2x = 1$ sem entender sua origem geométrica ou aplicação. Da mesma forma, aprendem que $\text{sen}(30°) = \text{sen}(150°)$ sem perceber que esses ângulos são ângulos congruentes no círculo trigonométrico e compartilham a mesma projeção no eixo y. Quando o ensino se limita à decoreba, compromete-se o desenvolvimento do raciocínio matemático e a capacidade de resolver problemas de forma significativa e contextualizada.

Essa abordagem mecânica causa um distanciamento entre o conteúdo e o cotidiano dos estudantes. Brumano (2014, p. 69) destaca que os conteúdos ensinados seguem, muitas vezes, apenas o que é cobrado em vestibulares, desconsiderando a necessidade de contextualização.

Além disso, o professor precisa cumprir extensos currículos, o que reduz o tempo dedicado à superação das dificuldades dos alunos. A BNCC (Brasil, 2018, p. 536) exige que os alunos do ensino médio apliquem as leis do seno e do cosseno, mas a dificuldade em compreender problemas aplicados como o cálculo da altura de uma árvore pela sombra revela limitações na aprendizagem.

A pressão para cumprir programas extensos em pouco tempo também dificulta a introdução de estratégias pedagógicas diferenciadas. Como resultado, o ensino

permanece tradicional, e os estudantes não desenvolvem uma compreensão profunda dos conceitos matemáticos, o que impacta seu desempenho nas avaliações e sua relação com a disciplina.

## 2.3 Uso de materiais lúdicos no ensino de matemática

Chas (2014 apud Santos; Almeida, p. 99) afirma que, devido à forma como a matemática é apresentada, ela é vista pelos alunos como um “bicho de sete cabeças”. Para romper essa lógica, é necessário adotar práticas pedagógicas que envolvam criatividade e estimulem o raciocínio lógico.

Segundo Lorenzato (2006, p.03), "é possível dar aula sem conhecer, entretanto, não é possível ensinar sem conhecer". O professor deve dominar o conteúdo e, saber aplicar os materiais didáticos de forma estratégica. A ludicidade pode favorecer o autodesenvolvimento e tornar a aprendizagem mais prazerosa e significativa.

Massa (2015, p. 113) define a ludicidade como proveniente do latim "ludus", que significa jogo ou exercício. O autor complementa que vivenciar a educação lúdica é integrar mente e corpo, sentimento e razão. Dessa forma, as manifestações ou práticas lúdicas se tornam mais do que um recurso formativo; passam a representar uma oportunidade de desenvolver integralmente o estudante.

Os jogos podem transformar a postura passiva dos alunos em participação ativa e investigativa. Para Braz et al. (2020, p. 15), o uso de jogos permite que os alunos deixem de ser receptores e passem a ser construtores do próprio conhecimento.

Rodrigues et al. (2014) afirmam que os jogos resgatam noções e procedimentos matemáticos através da resolução de problemas, motivando os estudantes a elaborar, investigar e compreender conteúdos. Tais práticas facilitam o desenvolvimento de habilidades cognitivas e favorecem a aprendizagem significativa.

Além dos jogos, o uso de materiais concretos também promove a construção do conhecimento. Ao manipularem objetos, os alunos estabelecem relações entre a teoria e a prática, visualizando conceitos que antes pareciam abstratos. Esse tipo de aprendizagem concreta estimula o interesse pela disciplina e contribui para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico.

No caso específico do ensino da Trigonometria, alguns materiais lúdicos têm se mostrado eficazes. A prancha trigonométrica, por exemplo, permite que os alunos visualizem e meçam ângulos e lados de triângulos diretamente em um suporte físico,

facilitando a compreensão das razões trigonométricas. Outro recurso é o jogo das identidades trigonométricas, que utiliza triângulos retângulos manipuláveis para explorar relações como seno, cosseno e tangente, promovendo a aprendizagem por meio da construção e comparação de formas.

Além desses, a mandala trigonométrica também se destaca como um material visual e interativo. Sua estrutura circular facilita a visualização do ciclo trigonométrico e das variações periódicas das funções, oferecendo aos estudantes uma perspectiva geométrica e simétrica das razões trigonométricas. Esse recurso será aprofundado na próxima seção, dada sua relevância como ferramenta pedagógica no ensino da Trigonometria.

## 2.4 A mandala trigonométrica como recurso didático

A mandala trigonométrica é uma ferramenta visual que representa o ciclo trigonométrico, sendo fundamentada em abordagens pedagógicas que valorizam o uso de recursos visuais e concretos no ensino de conceitos abstratos. Segundo Rodrigues e Zeferino (2019), o uso de materiais lúdicos e interativos, como a mandala, contribui significativamente para o desenvolvimento do raciocínio matemático ao promover a experimentação, a visualização e a autonomia dos estudantes de forma simétrica e colorida, facilitando a compreensão das relações entre ângulos e as funções trigonométricas. Ela permite a construção concreta do círculo trigonométrico, associando os ângulos notáveis a coordenadas no plano cartesiano.

Essa representação promove uma melhor visualização dos conceitos de seno, cosseno e tangente, permitindo que o aluno relacione o conteúdo à construção geométrica e à periodicidade das funções. Ao utilizar triângulos retângulos, é possível reforçar a ideia de projeção no ciclo, promovendo aprendizagem significativa.

A mandala também se diferencia por seu apelo estético e simbólico, despertando a curiosidade e o engajamento dos estudantes. Sua estrutura circular e segmentada permite que o aluno observe a simetria dos ângulos, as variações dos sinais das funções e a regularidade das medidas, promovendo uma percepção mais integrada da Trigonometria.

Na prática, a mandala pode ser construída com cartolina, compasso e transferidor, e utilizada em sala para localizar ângulos e identificar valores das

funções. Essa abordagem estimula os alunos a compreenderem as relações trigonométricas por meio da manipulação e da observação.

Rodrigues e Zeferino (2019, p. 64) ressaltam que "o jogo no ensino de matemática pode ser utilizado como um instrumento norteador que facilita o processo de ensino e aprendizagem do aluno". Nesse sentido, a mandala trigonométrica não é apenas uma representação, mas um material manipulável que permite ao aluno experimentar os conceitos de forma ativa.

Durante sua utilização, o professor pode propor atividades que explorem as funções trigonométricas por meio de desafios como: "descubra o seno de 150° na mandala", incentivando o aluno a identificar o valor exato no ciclo trigonométrico; ou ainda "relacione dois ângulos suplementares na mandala e compare seus senos e cossenos". Outra atividade possível é solicitar que os alunos pintem regiões específicas da mandala que representem ângulos equivalentes em diferentes quadrantes, favorecendo a compreensão de periodicidade e simetria. Tais atividades tornam o estudo das funções mais visual e envolvente.

Além disso, essas práticas contribuem para consolidar o raciocínio matemático e a interpretação geométrica por meio da construção dos arcos, da marcação dos ângulos notáveis e da análise gráfica dos valores de seno, cosseno e tangente. A realização dessas atividades em grupo também estimula a cooperação, o diálogo e a troca de ideias entre os alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem mais colaborativo e participativo.

Ao promover a relação entre teoria e prática, esse recurso didático contribui para a superação das dificuldades relatadas nas seções anteriores e se mostra uma alternativa eficaz ao ensino tradicional da Trigonometria. A mandala trigonométrica reforça a aprendizagem significativa e torna a matemática mais acessível, concreta e envolvente para os estudantes.

## 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, com o objetivo de compreender a contribuição do uso da mandala trigonométrica como recurso lúdico para a aprendizagem significativa dos conteúdos de Trigonometria no Ensino Médio.

A pesquisa caracterizou-se como qualitativa e exploratória, pois buscou compreender, de forma aprofundada, as experiências e percepções dos alunos durante o processo de aprendizagem. Essa escolha metodológica esteve alinhada ao que afirmaram Lösch, Rambo e Ferreira (2023, p. 16), ao destacarem que:

> A pesquisa exploratória qualitativa pode oferecer contribuições significativas para a área de Educação, permitindo explorar questões complexas e pouco conhecidas, o que pode levar a uma compreensão mais profunda e abrangente do fenômeno estudado. Importante esclarecer que, por contribuições, compreende-se a possibilidade de explorar experiências e perspectivas dos participantes, identificar tendências e padrões subjacentes e gerar hipóteses para pesquisas futuras.

Essa perspectiva reforçou o caráter investigativo e interpretativo deste estudo, que procurou não apenas identificar resultados, mas compreender os significados e processos envolvidos na aprendizagem de conceitos trigonométricos.

Além dessa abordagem, foi utilizado um delineamento experimental simples, fundamentado nos princípios de Ronald A. Fisher (1935), que propõe a comparação sistemática entre grupos submetidos a condições distintas para identificar efeitos produzidos por uma intervenção. Nesse sentido, a pesquisa estruturou dois grupos:

- **Grupo de controle**: composto pelos alunos que participaram apenas das aulas tradicionais, com explicação expositiva, uso do quadro e abordagem teórica dos conceitos de ângulos congruentes módulo 360° e ângulos notáveis.
- **Grupo de tratamento**: formado pelos alunos que, além da abordagem tradicional, participaram da intervenção mediada pela mandala trigonométrica, envolvendo atividades práticas, manipulação do material lúdico e realização do jogo pedagógico.

A adoção desse delineamento teve como objetivo comparar o desempenho e o engajamento dos estudantes em diferentes condições de ensino. Conforme Fisher (1935), a comparação entre grupos equivalentes é essencial para identificar se as diferenças observadas nos resultados podem ser atribuídas ao tratamento aplicado.

O estudo foi desenvolvido em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada localizada no Distrito Federal, composta por vinte e cinco alunos com idades entre dezesseis e dezessete anos. Todos os participantes foram previamente informados sobre os objetivos da pesquisa, tendo suas identidades preservadas em

conformidade com os princípios éticos de sigilo e anonimato. A realização do estudo contou com a autorização institucional da escola e com o consentimento livre e esclarecido dos responsáveis pelos estudantes.

A análise dos dados foi realizada considerando a lógica do delineamento experimental adotado, interpretando os resultados à luz da distinção entre grupo de controle e grupo de tratamento. A intervenção pedagógica foi aplicada de modo distinto nesses dois grupos, ambos com duração de cinquenta minutos, visando comparar a eficácia da metodologia tradicional com a abordagem lúdica mediada pela mandala trigonométrica.

Destaca-se que ambos os grupos receberam, na primeira etapa, o mesmo conteúdo teórico, abrangendo ângulos congruentes módulo 360° (ângulos coterminais) e ângulos notáveis, garantindo que a manipulação da mandala na segunda etapa constituísse a única variável independente do estudo. Inicialmente, esses conteúdos foram apresentados de forma expositiva, com o uso do quadro e da explicação teórica. Na etapa seguinte, os mesmos conceitos foram explorados de maneira prática, por meio da manipulação da mandala trigonométrica. A descrição detalhada do funcionamento da mandala trigonométrica utilizada na intervenção encontra-se no Anexo A.

Para avaliar a assimilação dos conceitos, foram utilizados dois instrumentos principais de coleta de dados. O primeiro consistiu em uma avaliação de desempenho aplicada ao final das intervenções, composta por uma tabela para preenchimento dos valores de seno, cosseno e tangente dos ângulos coterminais, aplicada de forma idêntica em ambos os grupos. O segundo instrumento correspondeu aos registros de observação realizados durante as aulas, nos quais foram documentados o nível de engajamento, a participação e as dificuldades apresentadas pelos alunos em cada abordagem.

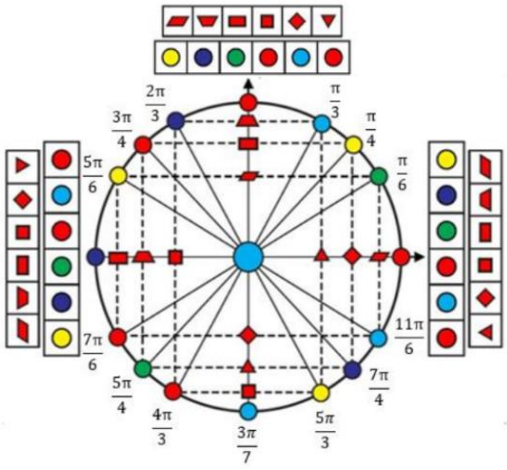
A análise dos dados seguiu uma perspectiva qualitativa e interpretativa, fundamentada na triangulação entre as evidências obtidas nas avaliações e as observações de campo. O referencial teórico de Rodrigues e Zeferino (2019), Nascimento (2024), Braz (2020) e Martini et al. (2023) foi utilizado como base para interpretar se o uso da mandala representou um avanço em relação ao modelo tradicional, favorecendo uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos trigonométricos. Os dados foram categorizados conforme aspectos cognitivos,

relativos à assimilação conceitual, e afetivos, relacionados ao engajamento e à motivação observados nos estudantes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere aos resultados do grupo de tratamento, esta turma caracteriza-se por ter sido submetida à intervenção pedagógica mediada pela mandala trigonométrica, conforme ilustrado na Figura 1. Como etapa inicial da intervenção, realizou-se uma aula de caráter tradicional, na qual foi construído coletivamente um ciclo trigonométrico no quadro, destacando-se os ângulos notáveis do primeiro quadrante (30°, 45° e 60°), bem como sua relação com os eixos cartesianos — o eixo x representando os valores do cosseno, o eixo y representando os valores do seno — e a tangente associada à reta tangente à circunferência. Essa etapa inicial estabelece o referencial necessário para a análise das produções e do raciocínio desenvolvidos pelos estudantes nas atividades subsequentes.

Figura 1 - Mandala trigonométrica




Fonte: Autora (2025)

Na segunda aula, ocorreu a aplicação do jogo da mandala, em que os estudantes, organizados em duplas, iniciavam sobre o ângulo de 0° e, conforme o número sorteado no dado, deslocavam o marcador pela mandala no sentido anti-horário. Ao parar em determinado ponto, identificavam o ângulo correspondente, seus ângulos congruentes módulo 360° e os valores do seno e do cosseno, registrando os dados na tabela. Em uma segunda fase, relacionada aos eixos cartesianos da mandala, os estudantes precisavam deduzir, por exemplo, que parar em x = ½

significava identificar o cosseno associado aos ângulos de 60° e 300° (ou π/3 e 5π/3), além de realizar conversões entre graus e radianos, consolidando a compreensão das duas unidades.

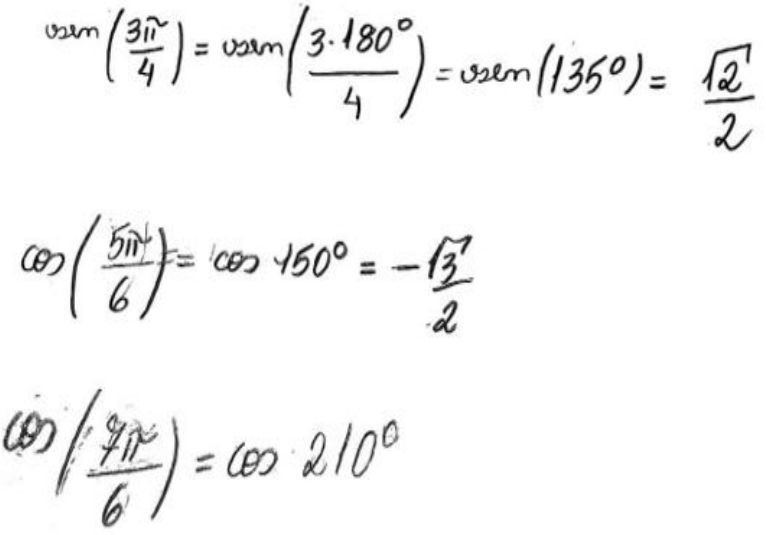
A figura 2 apresenta os valores registrados pelos estudantes do grupo de tratamento durante o jogo da mandala trigonométrica, o que demonstrando que após compreenderem a dedução dos valores a partir das simetrias e ângulos coterminais, os alunos preencheram progressivamente a tabela com autonomia e agilidade, relacionando os ângulos aos pares ordenados e ajustando apenas os sinais conforme os quadrantes. Esse registro visual antecipa diferenças que se tornam ainda mais claras ao comparar os cálculos produzidos pelos grupos.

Figura 2 – Registro dos valores de seno, cosseno e tangente preenchidos pelos estudantes do grupo de tratamento durante o jogo da mandala trigonométrica.

| Graus | Seno | Cosseno | Tangente |
|---|---|---|---|
| 0° | 0 | 1 | 0 |
| 30° | $\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ |
| 45° | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | 1 |
| 60° | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $\sqrt{3}$ |
| 90° | 1 | 0 | ~~7~~ |
| 120° | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $-\frac{1}{2}$ | $-\sqrt{3}$ |
| 135° | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ | -1 |
| 150° | $\frac{1}{2}$ | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $-\frac{\sqrt{3}}{3}$ |
| 180° | 0 | -1 | 0 |
| 210° | $-\frac{1}{2}$ | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{3}$ |
| 225° | $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ | 1 |
| 240° | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $-\frac{1}{2}$ | $\sqrt{3}$ |
| 270° | -1 | 0 | ~~7~~ |
| 300° | $-\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $\frac{1}{2}$ | $-\sqrt{3}$ |
| 315° | $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ | $\frac{\sqrt{2}}{2}$ | -1 |
| 330° | $-\frac{1}{2}$ | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ | $-\frac{\sqrt{3}}{3}$ |
| 360° | 0 | 1 | 0 |

Fonte: Autora (2025)

Figura 3 - Cálculos realizados pelos estudantes do grupo de tratamento durante o uso da mandala trigonométrica

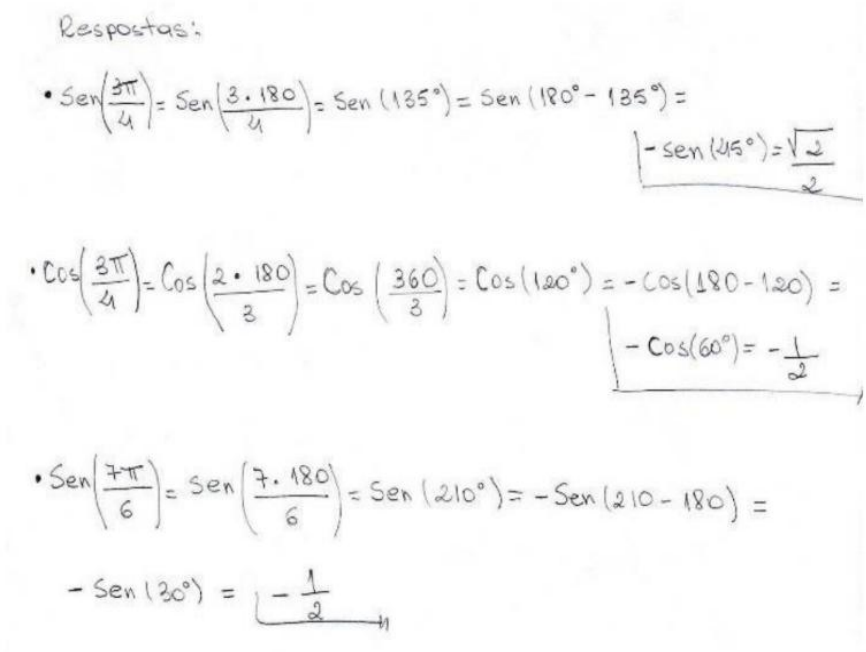



*Fonte: Autora (2025)*

A Figura 3 evidencia que o uso da mandala contribuiu para a reorganização cognitiva do processo de resolução, deslocando o foco da memorização para o raciocínio, e favorecendo o acesso aos conceitos trigonométricos de forma mais lógica e significativa, como a construção de estratégias entre os estudantes, que passaram a raciocinar a partir das relações angulares, em vez de memorizar valores, evidenciando engajamento e autonomia na aprendizagem.

Em contraste, no grupo de controle, foi utilizada somente a abordagem tradicional. Na primeira aula, a construção do ciclo trigonométrico ocorreu de maneira semelhante ao grupo de tratamento, porém sem a utilização do jogo interativo. Na segunda aula, os estudantes receberam uma tabela para preencher os valores de seno e cosseno dos ângulos notáveis e responderam a perguntas de reflexão. Apesar de demonstrarem atenção, adotaram postura mais passiva, focada na memorização de fórmulas e valores, sem recorrer a estratégias de dedução baseadas nas simetrias e nos ciclos. A Figura 4 exemplifica os cálculos realizados pelos estudantes desse grupo, evidenciando a dependência dos procedimentos algébricos.

Figura 4 - Cálculos realizados pelos estudantes do grupo de controle.




Fonte: Autora (2025)

O contraste entre as produções (Figuras 3 e 4) é crucial para o objetivo proposto, evidenciando uma diferença no modo de raciocínio, e não apenas nos resultados finais. No Grupo de Controle (Figura 4), mesmo quando os resultados estão corretos, o aluno demonstra uma dependência excessiva e redundante de procedimentos algébricos formais, como a conversão de radianos para graus seguida pela aplicação de fórmulas de redução de arcos baseadas na simetria, $sen(180° - x)$ e $cos(180° - x)$ para cada cálculo. Essa sequência fragmentada e mecânica confirma a permanência da lógica de memorização, que exige múltiplas etapas e não evidencia a compreensão da simetria inerente ao ciclo trigonométrico. Em oposição, os cálculos do Grupo de Tratamento (Figura 3) revelam um processo de dedução mais estruturado e limpo, onde o foco está na relação angular e na inferência de valores pelo raciocínio visual e de congruência, validando a eficácia da mandala em deslocar o aprendizado da substituição mecânica para a compreensão lógica.

Ao final das intervenções, ambos os grupos responderam a duas perguntas reflexivas: “Qual foi sua percepção sobre os ângulos de 0° e 90° no eixo do seno e do cosseno?” e “Esse conteúdo despertou interesse? Fez sentido? Se sim, explique o

porquê". As respostas evidenciaram diferenças significativas: enquanto o grupo de controle relatou maior dificuldade e mencionou a necessidade de memorização, o grupo de tratamento apresentou compreensão mais visual e significativa dos conceitos. Entre os estudantes que utilizaram a mandala, surgiram relatos como: *"Percebi que não preciso decorar esses valores; basta relacionar com a circunferência de raio unitário e com os pares ordenados de cada quadrante."* Outro afirmou: *"Fez muito sentido os ângulos de 0° e 360° terem os mesmos resultados,"* demonstrando entendimento da periodicidade do ciclo trigonométrico. Houve também manifestações de curiosidade, como: *"Fiquei pensando sobre quais seriam os valores quando os ângulos ultrapassam 360°,"* evidenciando raciocínio e extrapolação para contextos não trabalhados diretamente em aula.

Os resultados quantitativos corroboram as percepções qualitativas. No grupo de tratamento, 21 alunos (84%) afirmaram que o uso da mandala facilitou a compreensão e aumentou o interesse pelo conteúdo, enquanto apenas 4 (16%) relataram envolvimento inicial reduzido, mas destacaram que a dinâmica competitiva favoreceu a compreensão ao longo da atividade. Já no grupo de controle, 14 estudantes (56%) disseram ter compreendido o conteúdo, porém sem grande interesse, e 11 (44%) afirmaram ter achado a aula interessante, ainda que vinculada à necessidade de memorizar valores.

Sob uma perspectiva experimental, essa diferença percentual está alinhada aos pressupostos de Fisher (1935), segundo os quais a análise comparativa entre grupos permite verificar se o tratamento provoca alterações perceptíveis e consistentes no comportamento dos participantes. Considerando que os dois grupos receberam a mesma instrução teórica inicial e se diferenciam apenas quanto ao uso da mandala, os resultados sugerem que a intervenção exerceu influência direta tanto no engajamento quanto na compreensão conceitual.

Os achados evidenciam que o uso da mandala favoreceu uma aprendizagem mais significativa, apoiada na visualização e no raciocínio, possibilitando que os alunos construíssem conexões lógicas entre os conteúdos, em vez de apenas memorizá-los. A comparação entre os dois grupos segue os princípios de Fisher (1935), ao permitir interpretar se as diferenças observadas podem ser atribuídas à intervenção lúdica e não apenas à variabilidade natural entre as turmas. Dessa forma, conclui-se que a mandala trigonométrica atuou como um recurso mediador entre o

conceito abstrato e sua representação geométrica, ampliando o engajamento e fortalecendo a compreensão dos conteúdos trigonométricos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo central investigar a eficácia da Utilização do Material Lúdico no Ensino Médio como Instrumento para a Assimilação dos Conteúdos Trigonométricos, comparando a metodologia tradicional com a abordagem mediada pela Mandala Trigonométrica em um delineamento experimental. A intervenção demonstrou que o recurso lúdico não apenas facilitou a assimilação de ângulos congruentes e ângulos notáveis, mas resultou em uma aprendizagem mais significativa, ativa e engajadora. O rigor metodológico, que assegurou que o conteúdo teórico inicial fosse integral e idêntico para ambos os grupos, valida a conclusão de que a manipulação da mandala foi a única variável independente a exercer influência direta e consistente nos resultados, alinhando-se aos pressupostos de Fisher (1935) sobre a análise comparativa entre tratamentos.

A síntese dos achados revelou uma diferença crucial no processo cognitivo de aquisição de conhecimento. No Grupo de Tratamento, a utilização da mandala promoveu um claro deslocamento da memorização mecânica para o raciocínio dedutivo e a compreensão visual. Os estudantes foram capazes de inferir valores e sinais por meio da visualização de simetrias e relações angulares no ciclo trigonométrico (Figura 3), exibindo um processo de dedução estruturado e limpo. Em contrapartida, o Grupo de Controle, dependente da abordagem tradicional, apresentou uma tendência a utilizar procedimentos algébricos formais, fragmentados e redundantes, demonstrando que a ausência do suporte visual e manipulável impede a conexão conceitual e a autonomia do aluno. Além disso, a dimensão afetiva foi positivamente impactada: 84% dos alunos do Grupo de Tratamento reportaram que o recurso facilitou a compreensão e aumentou o interesse pelo conteúdo, reduzindo a sensação de ter que "decorar valores", em forte contraste com o Grupo de Controle, onde 44% ainda vincularam o interesse à necessidade de memorizar os valores.

Conclui-se, de forma categórica, que a Mandala Trigonométrica atuou com sucesso como um recurso mediador eficaz entre a abstração do conceito trigonométrico e sua representação geométrica, potencializando a autonomia e a consolidação conceitual. A principal implicação deste trabalho reside no incentivo à

diversificação das estratégias didáticas no Ensino Médio, validando a inserção de metodologias ativas e recursos lúdicos que são capazes de romper com o ciclo da memorização e do desinteresse. Sugere-se que pesquisas futuras explorem a aplicação desta metodologia em outros tópicos da Matemática e investiguem a retenção do conteúdo em longo prazo, a fim de solidificar a contribuição desses recursos para a formação integral do aluno.

## REFERÊNCIAS

BARROS, E. M. P. et al. **O uso de jogos para o ensino da trigonometria nos 2° anos do Ensino Médio**. 2017. Monografia (Especialização) – Universidade do Estado do Amazonas, São Gabriel da Cachoeira, 2017. Disponível em: http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/406. Acesso em: 9 jul. 2025.

BORGES, R. F. **Dificuldades na aprendizagem da trigonometria: uma análise a partir da prática docente**. Revista do Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 2, p. **30–40**, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 12 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Matemática. Brasília, DF: MEC/SEF, 2002.

BRAZ, L. **O jogo no ensino de Matemática: uma experiência com a revisão de conteúdos de trigonometria**. Com a Palavra, o Professor, v. 5, n. 11, p. 12–28, 2020. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/409. Acesso em: 15 jul. 2021.

BRUMANO, L. S. **A aprendizagem da trigonometria por meio de atividades lúdicas. Revista do Ensino de Matemática**, v. 22, n. 3, p. 65–72, 2014.

CERCONI, R. C.; MARTINS, L. R. G. **Práticas pedagógicas no ensino de matemática: significados e implicações**. In: NOGUEIRA, D. R. et al. Ensino de matemática e seus fundamentos. São Paulo: Pearson, 2019. p. 45–66.

CHAS, J. L. **A ludicidade como elemento motivador para a aprendizagem da matemática**. In: SANTOS, R. A.; ALMEIDA, L. G. Educação matemática: múltiplos olhares. São Paulo: Cortez, 2014. p. 95–112.

FISHER, R. A. **The design of experiments**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1935.

FREITAS, M. L. **Dificuldades no ensino da trigonometria no Ensino Médio**. Educação Matemática em Foco, v. 9, n. 2, p. 1–11, 2016.

LORENZATO, S. **O uso de materiais concretos no ensino de matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006.

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista IberoAmericana** de Estudos em

Educação, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023. e-ISSN: 1982-5587. DOI: https://doi.org/10.21723/riaee.v18i00.17958. Acesso em: 1 nov. 2025.

MARTINI, S.; FERREIRA, T.; GONÇALVES, A. S. **Relato de experiência com o uso de materiais manipulativos no ensino da trigonometria no Ensino Médio**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 10., 2023, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: Realize Editora, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/102944. Acesso em: 27 jun. 2025.

MASSA, M. **Ludicidade: da etimologia da palavra à complexidade do conceito**. Aprender: Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação, Vitória da Conquista, v. 15, p. 111–130, 2015. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/index.php/aprender/article/view/2460. Acesso em: 15 jul. 2025.

NASCIMENTO, E. R. **O uso de materiais concretos e lúdicos no ensino da trigonometria no Ensino Médio. 2024**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifro.edu.br/items/315976667d46-480b-bf90-c337f183f7bf. Acesso em: 27 jun. 2025.

RODRIGUES, A. P.; ZEFERINO, V. A. O lúdico como estratégia para o ensino-aprendizagem em matemática. **Revista Científica Intelletto**, v. 4, p. 62–71, 2019. Disponível em: https://revista.grupofaveni.com.br/index.php/revista-intelletto/article/view/129. Acesso em: 15 jul. 2025.

## ANEXO A – Descrição e modo de uso da mandala trigonométrica

Figura A1 -Mandala trigonométrica utilizada na intervenção pedagógica.




Fonte: MMP Materiais Pedagógicos (2025).

A mandala trigonométrica consiste em um material didático-lúdico que representa o ciclo trigonométrico de forma visual e manipulável, permitindo a identificação de ângulos em graus e radianos, bem como a determinação dos valores de seno, cosseno e tangente a partir da relação com os eixos cartesianos. O recurso é estruturado em formato circular, com marcações correspondentes aos principais ângulos notáveis e suas respectivas projeções no plano cartesiano. Na intervenção pedagógica realizada neste estudo, a mandala foi utilizada na forma de um jogo educativo, cujas etapas de aplicação são descritas a seguir.

Na intervenção pedagógica realizada neste estudo, a mandala foi utilizada na forma de um jogo educativo, cujas etapas de aplicação são descritas a seguir.

1. **Início do jogo**

   Os estudantes iniciavam a atividade posicionando o marcador no ângulo de 0°, localizado no eixo positivo do cosseno (eixo x). Esse ponto inicial permitia estabelecer uma referência comum para todos os participantes.

2. **Movimento**

   Em cada rodada, um número era sorteado por meio de um dado. A partir desse valor, o marcador era deslocado sobre a mandala no sentido anti-horário,

respeitando a orientação padrão do ciclo trigonométrico. O deslocamento correspondia ao número de casas indicado no dado, possibilitando que diferentes ângulos fossem alcançados ao longo do jogo.

3. **Identificação dos conceitos (Fase I)**

   Ao parar em determinado ponto da mandala, os estudantes eram orientados a realizar as seguintes ações:

   - efetuar a conversão entre graus e radianos, quando necessário;
   - identificar o ângulo correspondente ao ponto alcançado, bem como seus ângulos congruentes módulo 360° (ângulos coterminais);
   - determinar os valores do seno e do cosseno associados ao ângulo, a partir das projeções sobre os eixos cartesianos do ciclo trigonométrico;
   - registrar todas as informações obtidas em uma tabela de acompanhamento, elaborada para esse fim, possibilitando a organização e a comparação dos dados ao longo da atividade.

Essa etapa tinha como objetivo favorecer a associação entre o valor angular, sua posição no ciclo trigonométrico e as razões trigonométricas correspondentes.

4. **Dedução a partir dos eixos cartesianos (Fase II)**

   Na segunda fase do jogo, os estudantes eram desafiados a deduzir valores trigonométricos a partir da observação direta dos eixos cartesianos da mandala, sem recorrer à memorização prévia.

   Por exemplo, ao parar em um ponto cuja coordenada no eixo x correspondia a $\frac{1}{2}$ , os alunos deveriam identificar que esse valor representava o cosseno dos ângulos $\frac{\pi}{3}$ e $\frac{\pi}{5}$ , reconhecendo a relação entre simetria, periodicidade e congruência angular no ciclo trigonométrico.

   Essa fase buscava estimular o raciocínio dedutivo, a compreensão das simetrias do ciclo e a interpretação geométrica das funções trigonométricas, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

5. **Registro e acompanhamento**

Durante toda a aplicação do jogo, os estudantes registravam os valores obtidos em uma tabela específica, utilizada como instrumento de apoio pedagógico. Esse registro permitiu acompanhar a evolução da compreensão dos conceitos e serviu como base para a análise posterior dos dados.

**Fonte:** MMP Materiais Pedagógicos. *Jogo mandala trigonométrica*. Disponível em: https://mmpmateriaispedagogicos.com.br/produto/jogo-mandala-trigonometrica/ . Acesso em: **10 nov. 2025**.