INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
***CAMPUS* MACEIÓ**
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

RAQUEL VIEIRA BRANDAO

A SIMETRIA COMO RECURSO DE COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONTEXTO HISTÓRICO, ABORDAGENS TEÓRICAS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

MACEIÓ, ALAGOAS
2025

RAQUEL VIEIRA BRANDAO

A SIMETRIA COMO RECURSO DE COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONTEXTO HISTÓRICO, ABORDAGENS TEÓRICAS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Me. Lucas De Stefano Meira Henriques

MACEIÓ, ALAGOAS
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
***Campus* Maceió**
Biblioteca Benevides Monte

516.2
B817s Brandão, Raquel Vieira.

A simetria como recurso de comunicação matemática na educação básica [recurso eletrônico] : contexto histórico, abordagens, teóricas e práticas pedagógicas / Raquel Vieira Brandão. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 2,12 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: Internet.
Orientação: Prof. Me. Lucas De Stefano Meira Henriques.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió, Maceió, 2025.

1. Matemática. 2. Matemática – Ensino. 3. Geometria euclidiana. 4. Plano cartesiano. 5. Simetria. I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831

RAQUEL VIEIRA BRANDAO

A SIMETRIA COMO RECURSO DE COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONTEXTO HISTÓRICO, ABORDAGENS TEÓRICAS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Matemática.

Aprovada em 10/07/2025.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
gov.br
LUCAS DE STEFANO MEIRA HENRIQUES
Data: 11/08/2025 12:53:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Lucas De Stefano Meira Henriques (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Documento assinado digitalmente
gov.br
CLEVERTON DA SILVA VASCONCELOS
Data: 11/08/2025 13:46:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Cleverton da Silva Vasconcelos
Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

Documento assinado digitalmente
gov.br
HUGO SANTOS NUNES
Data: 11/08/2025 12:36:23-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Hugo Santos Nunes
Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

MACEIÓ, ALAGOAS
2025

Dedico este trabalho final à minha mãe: Petrucia Vieira Brandão, ao meu pai, o engenheiro Msc. José Carivaldo Brandão Júnior, e, principalmente, ao meu filho, Thiago Vieira Brandão Araújo de Albuquerque, que aos dez anos queria ser professor de matemática.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, no caminho do bem,

A toda minha família, os Vieira Brandão;

Agradeço aos meus professores da Licenciatura em Matemática, especialmente ao meu orientador Msc. Lucas De Stefano Meira Henriques;

Agradeço ao meu irmão David Vieira Brandão, por estar por perto de mamãe, quando eu não estava;

Aos meus amigos de infância que me pediam instruções sobre os exercícios que eles não podiam completar sozinhos e isto me fez entender o processo para ensinar;

Aos meus avós in memorian José Carivaldo Brandão e Magaly Lopes Brandão;

E as minhas tias que entenderam a minha ausência, quando foi preciso.

Agradecer aos animais que tivemos, que me ensinaram a amar e a cuidar com zelo e rotinas durante todo o processo;

Agradeço à minha psicóloga Eliete por me manter em terapia todo este tempo e todas às vezes que foi mais necessário.

À nutricionista do Ifal, Angela de Guadalupe;

Aos funcionários do Serviço de Alimentação do Ifal e aos amigos que fiz durante esta jornada.

Muito obrigada!

”A simetria me atrai. Não porque seja bela, mas porque sugere uma ordem que existe por trás da realidade.”

M.C. Escher.

RESUMO

Este trabalho aborda a simetria como um recurso pedagógico relevante no ensino da Matemática, especialmente no contexto da Educação Básica. A simetria é apresentada não apenas como um conceito geométrico, mas como uma ferramenta didática que favorece a compreensão de relações espaciais, proporções e transformações no plano cartesiano. O estudo contempla os principais tipos de simetria — axial, rotacional, translacional e em relação à origem — e exemplifica cada um deles com representações gráficas, figuras geométricas e contextos do cotidiano, como a arte, a natureza e padrões arquitetônicos. Além disso, são discutidas atividades práticas realizadas com os alunos, como o uso da dança, do corpo em movimento e da roda de conversa como estratégias para explorar o conceito de simetria de forma interativa e significativa. O trabalho também inclui análises de questões do ENEM que envolvem simetria, destacando sua presença nos exames e sua importância na leitura crítica de imagens. A proposta final evidencia a simetria como um elo entre matemática, arte e expressão cultural, promovendo uma aprendizagem integrada e contextualizada.

Palavras-chaves: simetria; ensino de matemática; geometria; plano cartesiano; didática; raciocínio visual e arte.

ABSTRACT

This paper addresses symmetry as a relevant pedagogical resource in the teaching of mathematics, especially in Basic Education. Symmetry is presented not only as a geometric concept but also as a didactic tool that promotes understanding of spatial relationships, proportions, and transformations in the Cartesian plane. The study covers the main types of symmetry — axial, rotational, translational, and origin symmetry — and illustrates each with graphical representations, geometric figures, and real-world contexts, such as art, nature, and architectural patterns. It also discusses practical classroom activities involving dance, body movement, and group dialogue as strategies to explore symmetry in an interactive and meaningful way. Additionally, the paper analyzes ENEM exam questions that address symmetry, emphasizing its relevance in visual literacy and problem solving. Ultimately, the work highlights symmetry as a bridge between mathematics, art, and cultural expression, fostering integrated and contextualized learning.

Keywords: symmetry; mathematics education; geometry; Cartesian plane; didactics; visual reasoning and art and.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

A Educação Matemática procura constantemente desenvolver estratégias e metodologias que visem aprimorar o processo de ensino-aprendizagem na área da Matemática, estimulando a investigação de abordagens e recursos didáticos que promovam maior eficiência nas práticas educacionais. É nessa perspectiva que o trabalho "A Simetria como Recurso de Comunicação Matemática na Educação Básica: Contexto Histórico, Abordagens Teóricas e Práticas Pedagógicas" propõe oferecer uma fundamentação histórica e teórica, além de sugestões de aplicação em sala de aula.

A palavra didática vem da língua grega. Derivada do verbo didasko, que significa relativo ao ensino e à atividade instrutiva, pode-se entender que a didática é a ciência ou a arte do ensino. Mas, Comenius a definia como "a arte de ensinar" (TEIXEIRA; PASSOS, 2013). Também se traduz com o sentido pelo qual docentes e discentes adquirem conhecimentos e os métodos de ensino; e, "são atores indispensáveis da relação de ensino e aprendizagem, bem como o meio (milieu) em que a situação didática se faz presente" (TEIXEIRA; PASSOS, 2013)

Segundo os mesmos, Teixeira e Passos (TEIXEIRA; PASSOS, 2013), na Teoria das Situações Didáticas (TSD), Guy Brousseau parte de traços ou vestígios do conhecimento que o indivíduo já traz de bagagem consigo e caminha assim: (...) "dos textos aos problemas, depois às situações matemáticas (…) e, enfim às condições didáticas que permitem sustentar essas situações e fazê-las produzir a aculturação visada", explicam como deve ser a orientação do professor na construção do conhecimento junto a seus alunos.

Entende-se por aculturação: o propósito da sociedade, organizado em mensagens no processo de ensino que visam a legitimação do saber escolar. E sobre a perspectiva psicológica de criação de um sujeito com especificidades psicológicas que interferem neste andamento, desenvolve-se dois processos: o de aculturação e o de adaptação independente (BROUSSEAU, 2006).

De acordo com Brousseau (BROUSSEAU, 1988), um dos papéis do professor é fazer o aluno viver o conhecimento como uma "resposta razoável" a uma situação que lhe seja familiar e ainda transformar esta resposta em um "fato cognitivo extraordinário", para só depois vir a ensinar o saber diretamente como "objeto cultural" (GÁLVEZ, 1996). Neste caso, "apresenta-se o saber e o aluno se apropria dele como puder", afirma Gàlvez (GÁLVEZ, 1996).

Para fazer funcionar o conhecimento no aluno, o professor busca uma situação apropriada; mas, para que seja uma situação de aprendizagem, é necessário que a resposta inicial frente à pergunta formulada não seja exatamente o que se queira - o professor - ensinar-lhe. O ideal é que esta primeira resposta seja ineficaz e faça o aluno perceber que terá de buscar novas estratégias em sua própria bagagem. O aluno deverá encontrar meios de responder ao problema, a partir do acesso a novos conhecimentos, e isto lhe permitirá realizar as acomodações necessárias para responder ao problema (GÁLVEZ, 1996).

A matemática é, tradicionalmente, vista como uma ciência exata, marcada pela lógica, precisão e formalidade. No entanto, ela também é uma linguagem simbólica, visual e estrutural que permite representar e compreender o mundo ao nosso redor. Dentro desse campo vasto e multifacetado, a simetria se destaca como um conceito transversal, que perpassa diversas áreas da matemática, como geometria, álgebra, análise e até mesmo estatística. Mais do que um conceito puramente técnico, a simetria apresenta-se como uma poderosa ferramenta de comunicação visual e cognitiva, cuja presença se manifesta tanto na natureza quanto na arte, na arquitetura, na ciência e, evidentemente, na própria estrutura matemática.

A simetria pode ser definida, de maneira geral, como a correspondência de forma, posição e tamanho entre as partes de um objeto ou sistema. Essa correspondência pode ocorrer em relação a um eixo, um ponto ou uma rotação, formando padrões que despertam a atenção e facilitam a percepção. Desde os primeiros anos escolares, os estudantes são expostos à ideia de simetria de maneira intuitiva, por meio de dobraduras, desenhos e atividades com figuras geométricas. Contudo, a abordagem muitas vezes se limita ao reconhecimento superficial de imagens simétricas, sem avançar para discussões mais profundas que envolvam sua função comunicativa e seu valor como recurso didático.

No campo da educação matemática, a simetria possui um potencial pedagógico ainda subexplorado. Seu caráter visual e estrutural pode ser utilizado não apenas para ensinar conteúdos específicos de geometria, mas também para desenvolver habilidades de observação, comparação, abstração e generalização. Ao compreender a simetria como uma linguagem visual, o educador pode utilizá-la como meio de expressão matemática, tornando conceitos abstratos mais acessíveis por meio de representações e construções que favorecem a aprendizagem significativa.

A história da simetria revela sua importância em diferentes culturas e períodos históricos. Povos antigos como os egípcios, gregos, romanos, chineses e islâmicos empregaram a simetria em suas construções, artefatos e formas de expressão artística. O estudo desses padrões revela que a simetria não é apenas um conceito matemático, mas também um elemento cultural e estético, capaz de comunicar ideias, crenças e valores. Ao incorporar esses elementos em sala de aula, o professor amplia o escopo do ensino da matemática, promovendo uma abordagem mais contextualizada e interdisciplinar.

Além disso, a simetria está intimamente ligada à ideia de equilíbrio, harmonia e beleza — aspectos que podem despertar o interesse e o engajamento dos alunos. Quando os estudantes são convidados a explorar padrões simétricos em mosaicos, mandalas, tesselações e fractais, por exemplo, eles entram em contato com formas matemáticas que estimulam a criatividade e o raciocínio lógico simultaneamente. Dessa forma, a simetria também pode contribuir para tornar a matemática mais atrativa, especialmente para aqueles alunos que enfrentam dificuldades com abordagens mais tradicionais e abstratas.

Do ponto de vista da comunicação didática, a simetria pode ser compreendida como um mediador entre o conteúdo e o aluno. Ao utilizar figuras simétricas, esquemas visuais, animações ou recursos manipulativos, o professor transmite conceitos matemáticos de forma mais clara e objetiva. Essa comunicação visual é especialmente eficaz para estudantes com estilos de aprendizagem mais visuais ou cinestésicos, pois oferece uma via alternativa de entendimento, além da linguagem verbal e simbólica.

A simetria também está presente em outras linguagens matemáticas, como as funções e equações. Gráficos de funções pares, por exemplo, apresentam simetria em relação ao eixo y, enquanto funções ímpares possuem simetria em relação à origem. Esses padrões, quando compreendidos visualmente, ajudam os estudantes a antecipar comportamentos, verificar propriedades e construir interpretações mais profundas dos conceitos matemáticos. Assim, a simetria deixa de ser apenas um conteúdo de geometria para se tornar um instrumento transversal na construção do pensamento matemático.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal investigar como a simetria pode ser utilizada como recurso de comunicação didática no ensino da matemática. A investigação parte do pressuposto de que a simetria, enquanto linguagem visual e estrutural, favorece a mediação do conhecimento, auxiliando na compreensão de conceitos abstratos e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Espera-se que esta pesquisa contribua para ampliar a compreensão sobre o papel da simetria no ensino de matemática e para valorizar seu potencial enquanto linguagem matemática e ferramenta de comunicação didática. Ao reconhecer a simetria como elemento formativo, expressivo e cognitivo, pretende-se fortalecer práticas pedagógicas que favoreçam a construção de sentidos, a criatividade e a compreensão crítica do conhecimento matemático, em sintonia com os desafios e necessidades da educação contemporânea.

Para além desta introdução, desenvolvimento deste trabalho será estruturado em mais quatro capítulos a serem aplicados como aulas de forma sequencial, organizadas de modo a integrar aspectos históricos, conceituais e aplicados da simetria. O capítulo dois terá como foco o contexto histórico da simetria, abordando sua presença em diversas civilizações, como a arte grega, os mosaicos islâmicos e o uso arquitetônico em construções egípcias, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos e mostrar que a simetria é um fenômeno universal e cultural. O terceiro capítulo é dedicado a fundamentação teórica, explorando os tipos de simetria (axial, central e radial), apresentando os conceitos matemáticos envolvidos e a simetria como linguagem visual, introduzindo o eixo X, eixo Y e à origem do plano cartesiano, entendendo como esses elementos se relacionam com a construção e identificação de simetrias geométricas. O quarto capítulo aula será voltada para as aplicações da simetria, com exemplos retirados do cotidiano, da natureza, do design e da arte, a fim de evidenciar a presença da simetria em contextos práticos e concretos. Por fim, no último capítulo teremos as considerações finais do trabalho apresentado.

2 CONTEXTO HISTÓRICO

A simetria é uma experiência sensível e cognitiva que acompanha a humanidade desde seus primórdios. Mesmo antes da formalização da matemática como disciplina, os seres humanos demonstravam percepção e valorização por formas equilibradas e repetitivas, como se pode observar em pinturas rupestres, objetos cerimoniais e ferramentas da era pré-histórica. A natureza, com seus inúmeros padrões simétricos — como folhas, flores, corpos de animais e formações minerais — serviu como referência direta para o desenvolvimento de uma sensibilidade geométrica rudimentar, mas fundamental.

Figura 1 – Concha do tipo Nautilus, exemplo natural de simetria.

Fonte: iStock[a]

Do ponto de vista biológico, a simetria também desempenha um papel importante na percepção humana. Estudos em psicologia e neurociência sugerem que o cérebro humano tende a reconhecer padrões simétricos com maior facilidade, associando-os intuitivamente à beleza, ordem e harmonia. Essa predisposição natural contribuiu para que a simetria se tornasse um elemento recorrente em produções culturais e artísticas em diferentes partes do mundo.

O desejo por organização e regularidade está ligado à construção do conhecimento e ao entendimento do mundo. A simetria, nesse sentido, surge como uma tentativa de representar o cosmos, organizar o caos e estabelecer um senso de permanência e inteligibilidade.

[a]Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/simetria-de-fibonacci-de-concha-de-nautilus-cruz-espiral-se%C3%A7%C3%A3o-estrutura-crescimento-gm669044508-122234931>. Acesso em: 5 jul. 2025.

2.1 A SIMETRIA NAS CIVILIZAÇÕES ANTIGAS

2.1.1 A Simetria no Egito

Na antiguidade egípcia, por volta de 3000 a.C., a simetria era um elemento central na arquitetura e no simbolismo religioso. Os templos e pirâmides eram construídos com precisão geométrica e extrema simetria, refletindo valores de ordem, equilíbrio e eternidade.

Figura 2 – Simetria axial na arquitetura das pirâmides egípcias Necrópole de Gizé.

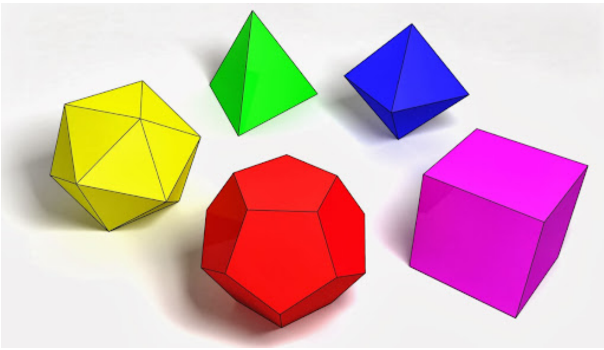
Fonte: Medium[b]

A disposição simétrica das colunas, os alinhamentos cerimoniais e as proporções entre os elementos arquitetônicos seguiam princípios rígidos que também tinham significado espiritual. A simetria era vista como uma representação da ordem cósmica — o "Ma'at" — e como uma forma de expressar o equilíbrio entre o mundo terreno e o divino.

2.1.2 A Simetria na Grécia Antiga

A Grécia Antiga ocupa um lugar central na história da matemática e da filosofia, sendo também um dos marcos civilizatórios em que a simetria passou a ser concebida de forma mais sistemática e racional. Para os gregos, a simetria não era apenas uma qualidade estética; era uma expressão da ordem cósmica, da racionalidade e da harmonia entre as partes.

Figura 3 – Os sólidos platônicos: simetria perfeita na geometria grega.

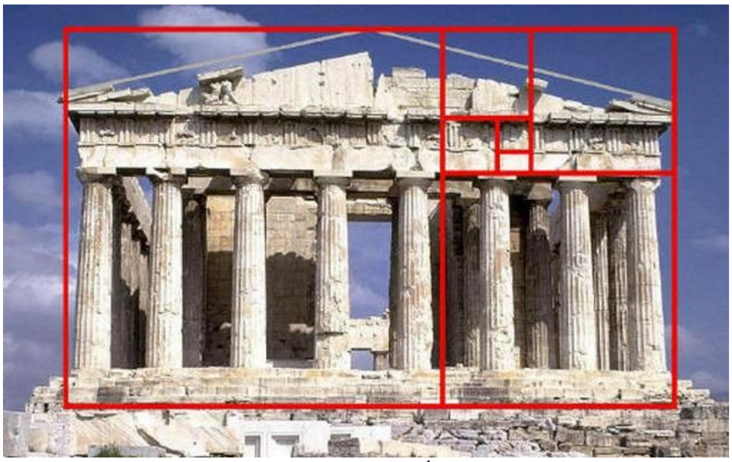


Fonte: Passei direto[c]

[b]Disponível em: <https://tvphilips.medium.com/arte-no-egito-antigo-contexto-meios-e-caracter%C3%ADsticas-750e7bbeff39>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Na arte grega, as representações do corpo humano, como as esculturas de Policleto, foram profundamente influenciadas pela busca da simetria e da proporção ideal. O templo do Partenon, por exemplo, segue princípios geométricos rigorosos.

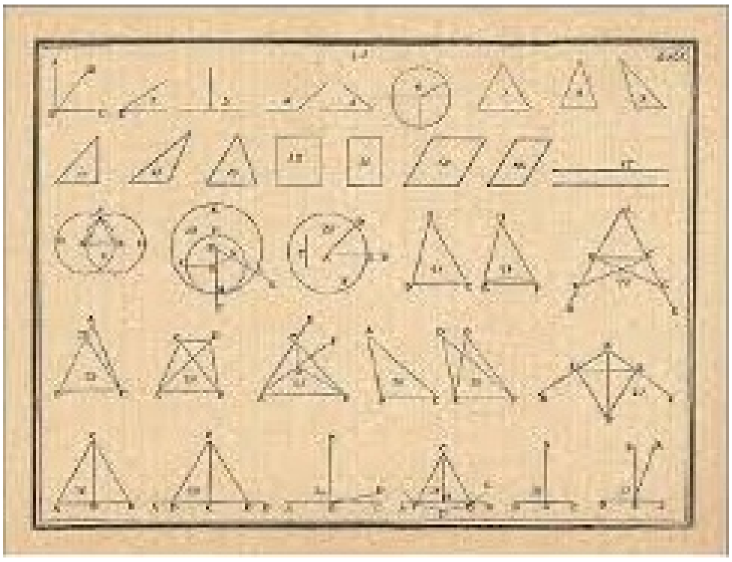
Figura 4 – Partenon com evidência de simetria e proporções geométricas.



Fonte: Casa de cinema de Porto Alegre[d]

No campo da filosofia, Pitágoras via a realidade como composta por relações harmônicas, enquanto Platão relacionava a simetria à perfeição do cosmos. Já Euclides, com sua obra *Os Elementos*, lançou as bases formais para o estudo das figuras geométricas e da congruência.

Figura 5 – Representações geométricas dos Elementos de Euclides.



Fonte: Fatos desconhecidos[e]

[c]Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/159720239/mat-2-serie-3-bimestre-estudante?>. Acesso em: 5 jul. 2025.

[d]Disponível em: <https://www.casacinepoa.com.br/blog/2014-06-30-o-mito-da-propor%C3%A7%C3%A3o-%C3%A1urea/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

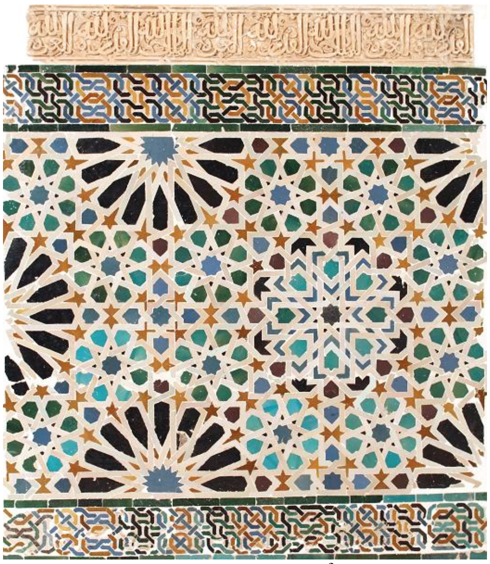
[e]Disponível em: <https://www.fatosdesconhecidos.com.br/7-famosas-teorias-cientificas-que-se-comprovaram-erradas/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Durante o período helenístico, os estudos matemáticos sobre simetria avançaram, sendo aplicados à arquitetura, astronomia e arte.

2.1.3 A Simetria na Civilização Islâmica

Com o surgimento da civilização islâmica, especialmente entre os séculos VIII e XV, a simetria passou a ocupar um papel central na arte e na arquitetura. Devido a restrições religiosas quanto à representação de figuras humanas e animais, os artistas muçulmanos desenvolveram formas complexas de expressão visual baseadas na geometria e na repetição de padrões.

Figura 6 – Mosaicos geométricos no Palácio de Alhambra, Espanha.



Fonte: Alhambra y generalife [f]

Esses padrões, conhecidos como arabescos, frisos e tesselações, utilizam-se de simetrias por reflexão, rotação, translação e glide reflection. O objetivo era criar imagens que evocassem a ordem infinita do universo e a presença constante do divino. O uso da simetria, nesse contexto, tinha não apenas uma função estética, mas também espiritual e filosófica.

A complexidade matemática desses desenhos foi tamanha que, séculos mais tarde, matemáticos identificariam nos mosaicos islâmicos exemplos de todos os 17 grupos de simetria plana classificados pela teoria dos grupos. A precisão e sofisticação desses padrões demonstram como o conhecimento empírico e artístico dos artesãos islâmicos antecipou descobertas formais da matemática moderna.

Exemplos notáveis dessa arte podem ser encontrados no Palácio de Alhambra, em Granada, na Mesquita Azul, em Istambul, e em diversos azulejos decorativos espalhados pelo mundo islâmico. Tais obras demonstram a interseção entre fé, arte e matemática, estabelecendo uma ponte poderosa entre cultura e conhecimento lógico.

[f] Disponível em: <https://www.alhambra-patronato.es/mpf-alicatado-vs-yeseria-2>. Acesso em: 5 jul. 2025.

[g] Disponível em: <https://catiaosorio.wordpress.com/2011/02/22/um-pouco-de-matematica-frisos/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Figura 7 – Exemplo de friso com simetria de translação e reflexão.

Fonte: Fascínio pela Matemática[g]

2.2 A SIMETRIA NA ÁSIA E NAS AMÉRICAS PRÉ-COLOMBIANAS

A simetria também desempenhou um papel significativo nas culturas da Ásia Oriental, do subcontinente indiano e das civilizações pré-colombianas das Américas. Cada uma delas apresentou abordagens distintas e ricas em simbolismo e sofisticação geométrica.

Na China antiga, a simetria era elemento estrutural na arquitetura imperial e nos jardins clássicos, onde a disposição dos elementos seguia um rigoroso equilíbrio bilateral, refletindo os princípios do yin e yang e da harmonia entre o céu e a terra. A simetria também se manifestava na arte cerimonial, na caligrafia e nos diagramas cosmológicos, como o famoso *Ba Gua*, que representa oito trigramas associados a forças naturais.

Figura 8 – Templo chinês com simetria na sua planta e estrutura.

Fonte: China na mimnha vida [h]

Na Índia, a simetria esteve ligada à espiritualidade e à arquitetura dos templos hindus e budistas. O *mandala*, palavra em sânscrito que significa “círculo”, é uma das formas mais

[h] Disponível em: <https://chinanaminhavida.com/2025/03/12/a-simetria-na-cultura-chinesa-harmonia-e-estetica/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

emblemáticas de simetria radial. Utilizado em rituais e meditações, o mandala representa o cosmos e a jornada espiritual do ser humano. Além disso, palácios e templos foram construídos com geometrias meticulosas que buscavam expressar a ordem divina.

Figura 9 – Mandala indiana: simetria com significado espiritual.

Fonte: Yogateria [i]

As civilizações pré-colombianas, como os maias, astecas e incas, também utilizaram amplamente a simetria em suas construções, esculturas e calendários. Os templos e praças mesoamericanas apresentam plantas simétricas, com orientações astronômicas precisas, como evidenciado nas pirâmides de Teotihuacán e nos complexos de Tikal. As figuras geométricas repetidas nos tecidos, murais e cerâmicas refletem padrões que exploram simetria de reflexão e translação.

Figura 10 – Pirâmide mesoamericana com simetria frontal e alinhamento astronômico.

Fonte: Aventuras na História [j]

Em todas essas culturas, a simetria não era apenas decorativa, mas simbólica: expressava equilíbrio, poder, espiritualidade e conexão com o cosmos. Ao estudar essas manifestações, os alunos podem perceber como a matemática se entrelaça com a diversidade cultural e a busca humana por significado universal.

[i] Disponível em: <https://yogateria.com.br/tag/como-fazer-a-mandala/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

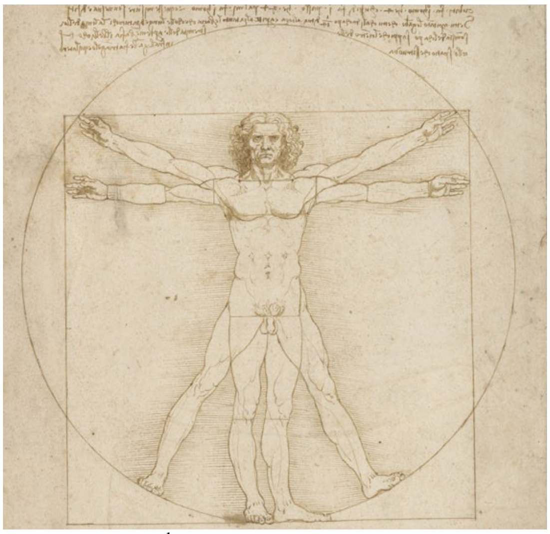
[j] Disponível em: <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/desventuras/veja-5-piramides-fascinantes-que-nao-estao-no-egito.phtml>. Acesso em: 5 jul. 2025.

2.3 A SIMETRIA NO MUNDO MODERNO E CONTEMPORÂNEO

2.3.1 A Simetria no Renascimento

O Renascimento europeu, entre os séculos XIV e XVII, representou uma profunda transformação cultural que uniu arte, ciência e matemática. Nesse período, o estudo da simetria ganhou nova dimensão, pois artistas e arquitetos retomaram os conceitos clássicos da antiguidade, reinterpretando-os com técnicas aprimoradas e novas perspectivas científicas.

Figura 11 – O Homem Vitruviano de Leonardo da Vinci: Simetria e proporção no corpo humano.



Fonte: Brainly [k]

Artistas como Leonardo da Vinci e Albrecht Dürer exploraram a simetria para expressar proporção, beleza e harmonia em suas obras. Da Vinci, por exemplo, estudou o corpo humano por meio da simetria e da proporção áurea, buscando revelar a perfeição da natureza e do design divino. Suas anotações e desenhos refletem um rigor científico aliado à sensibilidade artística.

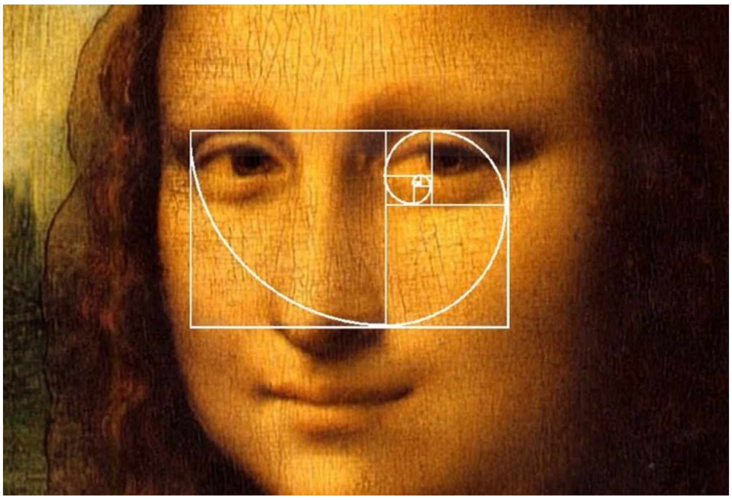
Na arquitetura, Filippo Brunelleschi e Andrea Palladio desenvolveram edifícios que enfatizavam a simetria e o equilíbrio, baseando-se em princípios matemáticos claros. O uso da simetria reforçava a ideia de ordem e racionalidade que caracterizava o pensamento renascentista.

Além disso, a invenção da perspectiva matemática trouxe à arte uma nova ferramenta para representar o espaço tridimensional de forma realista, fundamentada em relações geométricas simétricas. Isso contribuiu para uma revolução na forma de enxergar e representar o mundo.

O Renascimento, portanto, consolidou a simetria como um elo entre a arte e a ciência, destacando sua importância como recurso de comunicação visual e didática. Essa visão integrada inspirou o desenvolvimento do conhecimento moderno e continua influenciando a educação matemática até hoje.

[k] Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/2703442>. Acesso em: 5 jul. 2025.
[l] Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/755127062502200251/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Figura 12 – Exemplo de uso da perspectiva matemática na pintura renascentista.



Fonte: Pinterest [l]

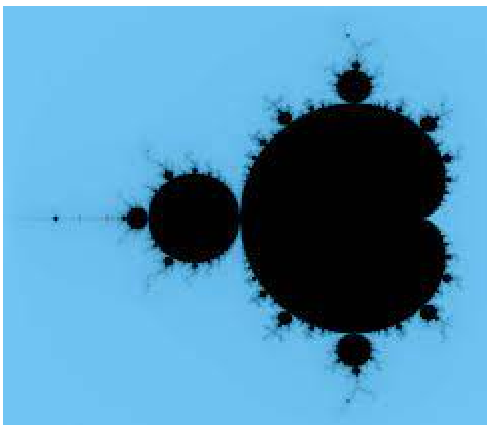
2.3.2 A Simetria na Ciência Moderna

No século XIX, o estudo da simetria avançou significativamente com o desenvolvimento da matemática abstrata, especialmente por meio da teoria dos grupos, formulada por Évariste Galois e outros matemáticos. A simetria passou a ser entendida não apenas como uma propriedade geométrica visual, mas como uma estrutura algébrica fundamental capaz de descrever transformações e invariâncias.

Esse avanço permitiu a aplicação da simetria em diversas áreas da ciência, incluindo a física, a química e a biologia. Na física, por exemplo, a simetria é central nas leis que governam as partículas subatômicas e as forças fundamentais do universo. Na química, a simetria molecular influencia as propriedades dos materiais e as reações químicas.

No âmbito da matemática pura, a simetria é estudada em espaços de dimensão superior, simetrias fractais e geometria não euclidiana. A tecnologia e a computação gráfica também possibilitaram a visualização de simetrias complexas, expandindo seu uso em educação, arte digital e design.

Figura 13 – A simetria em estruturas fractais: O conjunto de Mandelbrot.



Fonte: Lari Lucien Photoblog [m]

Na educação matemática contemporânea, a simetria é usada como recurso didático para desenvolver o raciocínio espacial, a percepção geométrica e a compreensão de funções e transformações. O reconhecimento da simetria como um fenômeno interdisciplinar fortalece seu papel como ponte entre diferentes saberes.

[m] Disponível em: <http://lariphotos.free.fr/fractales/wotisit.htm>. Acesso em: 5 jul. 2025.

3 TIPOS DE SIMETRIA E REPRESENTAÇÕES NO PLANO CARTESIANO

3.1 SIMETRIA AXIAL

A simetria axial, ou reflexão, ocorre quando uma figura pode ser dividida por uma linha (eixo) de forma que uma metade seja o espelho da outra. No plano cartesiano, os eixos mais utilizados para observar esse tipo de simetria são o eixo x, o eixo y e a origem. A seguir, cada caso será abordado separadamente para melhor compreensão.

3.1.1 Simetria Axial em Relação ao Eixo Y

Na simetria em relação ao eixo y, os pontos da figura original e sua imagem refletem-se horizontalmente. Um ponto (x, y) se transforma em (-x, y). Essa simetria é observada em figuras como corações, folhas ou rostos humanos, quando vistos de frente.

Considere a figura definida pelos seguintes pontos no plano cartesiano:

- $A(0, 4)$
- $B(0, 6)$
- $C(-3, 4)$
- $D(-3, 3)$
- $E(-5, 5)$
- $F(-3, 6)$
- $G(-3, 7)$

A distribuição desses pontos sugere uma figura geométrica assimétrica, concentrada no segundo quadrante e parcialmente sobre o eixo y. Observando a estrutura espacial dos vértices, nota-se que os pontos A e B estão sobre o eixo y, enquanto os demais estão à esquerda, com coordenadas negativas em x.

Essa configuração permite explorar diferentes aspectos da simetria:

- A simetria em relação ao eixo y pode ser discutida hipoteticamente: se os pontos à esquerda tivessem correspondentes à direita do eixo y, teríamos uma figura simétrica em relação a esse eixo. Por exemplo, o ponto $C(-3, 4)$ teria como simétrico $C'(3, 4)$.
- Também é possível analisar a ausência de simetria como uma forma de identificar padrões: ao observar que todos os pontos estão concentrados em uma região específica, estimula-se o reconhecimento de simetria incompleta ou parcial.

- Os pontos $F(-3, 6)$ e $G(-3, 7)$, alinhados verticalmente com C, D e E, indicam uma estrutura vertical no plano, sugerindo uma composição retangular ou escalonada ao longo da reta $x = -3$.

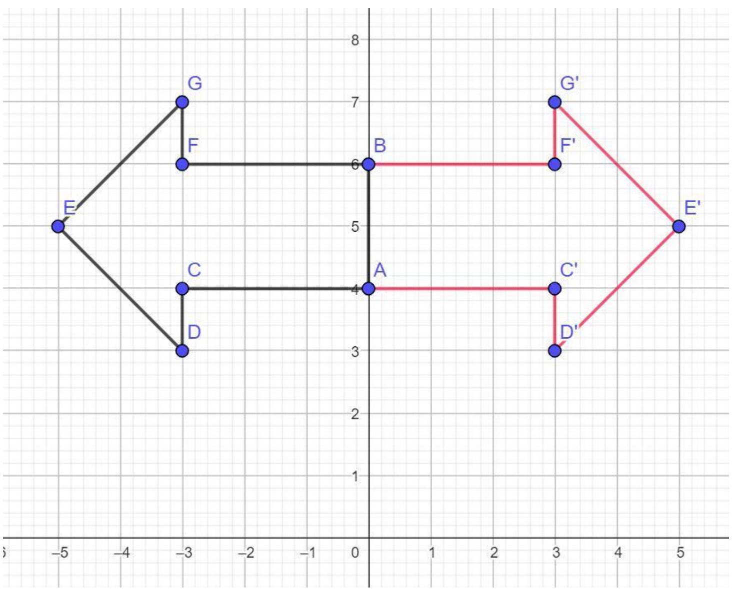
- Já os pontos $A(0, 4)$ e $B(0, 6)$ funcionam como uma linha de apoio simétrica no eixo y, podendo ser relacionados com as alturas médias da figura ou com uma possível linha de simetria vertical.

Aplicando a simetria em relação ao eixo y, os pontos à esquerda do eixo y terão seus correspondentes com a mesma coordenada y e coordenada x invertida. Os novos pontos simétricos são:

- $A(0, 4) \rightarrow$ permanece o mesmo, pois está sobre o eixo y
- $B(0, 6) \rightarrow$ permanece o mesmo, pois está sobre o eixo y
- $C(-3, 4) \rightarrow C'(3, 4)$
- $D(-3, 3) \rightarrow D'(3, 3)$
- $E(-5, 5) \rightarrow E'(5, 5)$
- $F(-3, 6) \rightarrow F'(3, 6)$
- $G(-3, 7) \rightarrow G'(3, 7)$

A nova figura obtida pela reflexão terá os mesmos formatos e dimensões, espelhada em relação ao eixo y, ocupando o primeiro quadrante com os novos pontos correspondentes.

Figura 14 – Reflexão em relação ao eixo y.



Fonte: Brainly [a]

Um exemplo do cotidiano seria a estrutura da borboleta é um bom exemplo de simetria em relação ao eixo y, pois suas asas se espelham ao longo de seu corpo.

Figura 15 – Borboleta representando um exemplo natural de simetria em relação ao eixo y.

Fonte: Brainly [b]

3.1.2 Simetria Axial em Relação ao Eixo X

Na simetria em relação ao eixo x, os pontos são refletidos verticalmente. O ponto (x, y) passa a ser (x, -y). Esse tipo de simetria é comum em imagens refletidas em superfícies planas como água.

Considere agora a figura definida pelos seguintes pontos:

- $A(-10, 3)$
- $B(-4, 3)$
- $C(-4, 6)$
- $D(-6, 8)$
- $E(-6, 10)$
- $F(-10, 10)$

A figura construída com esses vértices encontra-se totalmente no segundo quadrante e possui uma aparência semelhante à de um trapézio alongado ou um retângulo com vértices adicionais formando um telhado triangular. Os pontos mostram alinhamento horizontal na base ($y = 3$) e topo ($y = 10$), o que facilita a aplicação da reflexão em relação ao eixo x.

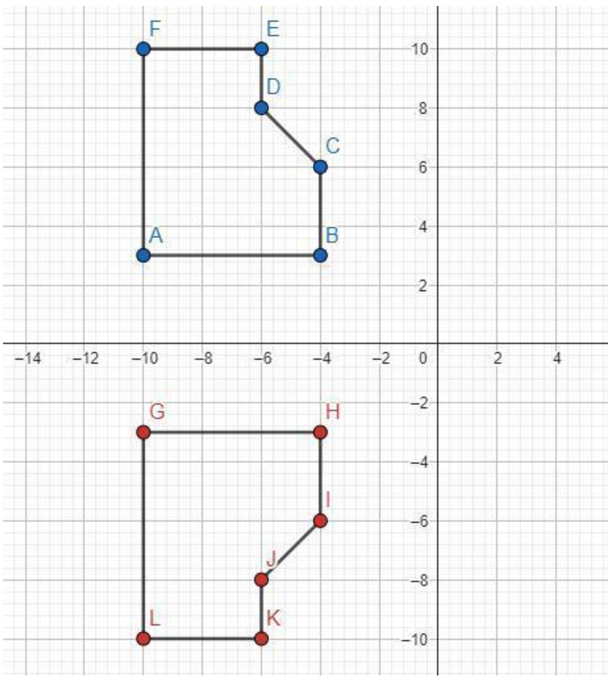
Para aplicar a simetria em relação ao eixo x, invertemos o sinal da coordenada y de cada ponto. Os pontos refletidos são:

[a] Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/60726141>. Acesso em: 5 jul. 2025.
[b] Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/11943819>. Acesso em: 5 jul. 2025.

- $A(-10, 3) \to G(-10, -3)$
- $B(-4, 3) \to H(-4, -3)$
- $C(-4, 6) \to I(-4, -6)$
- $D(-6, 8) \to J(-6, -8)$
- $E(-6, 10) \to K(-6, -10)$
- $F(-10, 10) \to L(-10, -10)$

A figura espelhada será congruente à original, porém invertida verticalmente, ocupando agora o terceiro quadrante. Essa atividade permite explorar a simetria axial com base em reflexões verticais, incentivando o raciocínio geométrico e a leitura do plano cartesiano.

Figura 16 – Reflexão em relação ao eixo x.



Fonte: Brainly [c]

Como dito antes, o reflexo de uma ponte em um rio calmo apresenta simetria em relação ao eixo x, gerando uma imagem harmoniosa e duplicada.

[c]Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/60320648>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Figura 17 – Reflexos em um rio representando um exemplo natural de simetria em relação ao eixo x.

Fonte: Vecteezy [d]

3.1.3 Simetria Axial em Relação a Origem

A simetria em relação à origem combina uma reflexão nos dois eixos ao mesmo tempo. O ponto (x, y) se transforma em (-x, -y). Esse tipo de simetria é observado em figuras geométricas regulares, como certos logotipos e mandalas.

Considere agora a figura definida pelos seguintes pontos no primeiro quadrante:

- $A(2, 1)$
- $B(5, 4)$
- $C(3, 5)$

Esses pontos formam um triângulo localizado totalmente no primeiro quadrante do plano cartesiano. Para aplicar a simetria em relação à origem, ambos os sinais das coordenadas x e y devem ser invertidos. O ponto (x, y) se transforma em $(-x, -y)$.

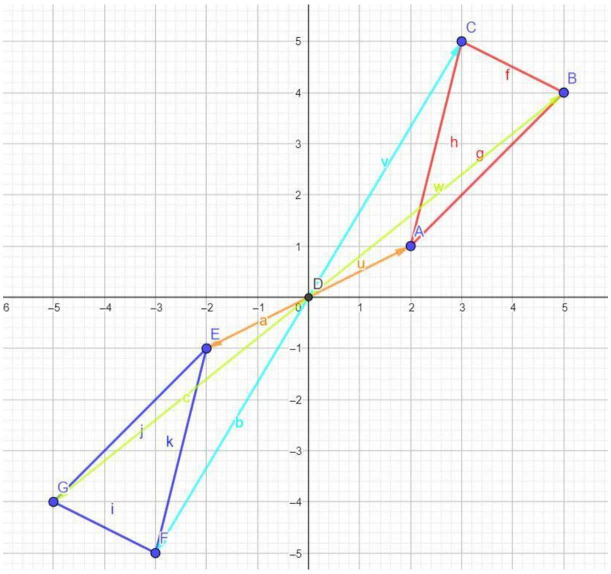
Os pontos refletidos são:

- $A(2, 1) \to A'(-2, -1)$
- $B(5, 4) \to B'(-5, -4)$
- $C(3, 5) \to C'(-3, -5)$

A nova figura resultante dessa transformação será congruente à original, porém estará localizada no terceiro quadrante, refletida através da origem. Essa reflexão é um exemplo clássico de simetria central e mostra como uma figura pode manter sua forma e proporções mesmo após uma transformação completa no plano.

[d] Disponível em: <https://pt.vecteezy.com/foto/48871783-paisagem-do-reflexo-e-rio>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Figura 18 – Reflexão em relação à origem.



Fonte: Brainly [e]

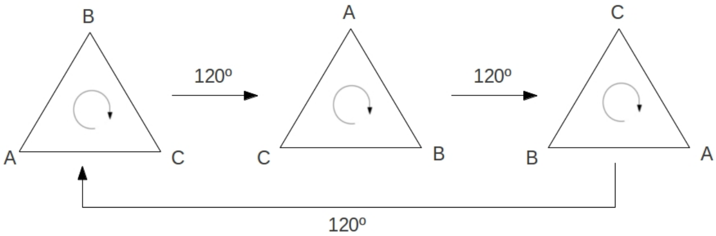
Esse tipo de atividade é útil para desenvolver o entendimento de simetrias mais amplas e relações entre diferentes quadrantes do plano cartesiano, além de fortalecer a compreensão das transformações geométricas e suas implicações visuais.

3.2 SIMETRIA POR ROTAÇÃO

A simetria por rotação ocorre quando uma figura pode ser girada ao redor de um ponto e permanecer visualmente idêntica. A rotação é definida pelo ângulo e pela direção (sentido horário ou anti-horário).

Por exemplo, ao girar um triângulo equilátero , com os vértices $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ e $C(x_3, y_3)$, em 120°, ele coincidirá sempre com sua forma original.

Figura 19 – Simetria rotacional de um triângulo equilátero.



Fonte: Coloide Wordpress [f]

[e]Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/21663688>. Acesso em: 5 jul. 2025.

[f]Disponível em: <https://coloide.wordpress.com/2012/10/05/simetria-en-quimica-i-operaciones-y-elementos-de-simetria/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Neste caso, quando ministrado para alunos de ensino médio, pode ser conveniente, utilizarmos a seguinte matriz de rotação anti-horária:

$$R = \begin{bmatrix} \cos(120°) & -\sin(120°) \\ \sin(120°) & \cos(120°) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

Multiplicando a matriz por cada ponto, o novo ponto $P'(x', y')$ obtido por rotação é dado por:

$$x' = x \cdot \cos(\theta) - y \cdot \sin(\theta) y' = x \cdot \sin(\theta) + y \cdot \cos(\theta)$$

Por exemplo, se $A = (2, 1)$:

$$x' = 2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) - 1 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -1 - \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$y' = 2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 1 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = \sqrt{3} - \frac{1}{2}$$

O ponto rotacionado A' estará em nova posição, com coordenadas aproximadas calculadas numericamente se necessário.

A mesma operação é aplicada aos pontos B e C. E com os novos vértices A', B', e C', pode-se desenhar o triângulo rotacionado, que será congruente ao original, porém girado 120° ao redor da origem.

Por fim, um exemplo do cotidiano são as pás de ventiladores, volantes de carros e flores com simetria radial demonstram simetria por rotação.

Figura 20 – Flor com simetria radial

Fonte: Wikipedia [g]

[g]Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Datura_stramonium>. Acesso em: 5 jul. 2025.

3.3 SIMETRIA POR TRANSLAÇÃO

A translação consiste em mover uma figura em uma determinada direção sem girá-la ou espelhá-la. A figura mantém seu formato e orientação.

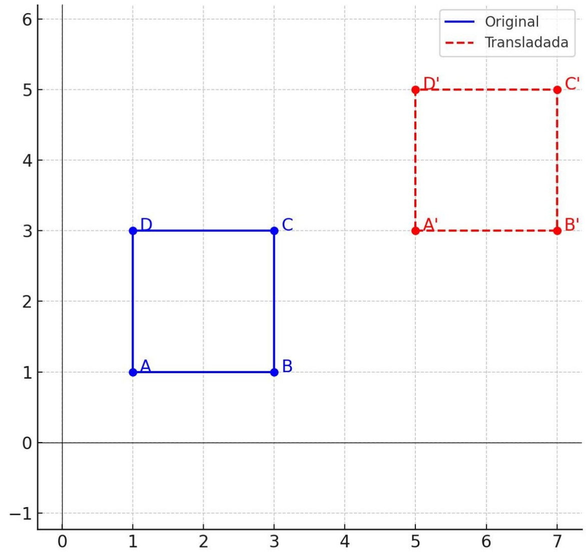
Considere um quadrado com vértices nos pontos $A(1,1)$, $B(3,1)$, $C(3,3)$ e $D(1,3)$. Vamos aplicar uma translação por um vetor $\vec{v} = (4,2)$.

Os novos pontos obtidos pela translação são:

- $A'(5,3)$
- $B'(7,3)$
- $C'(7,5)$
- $D'(5,5)$

A figura resultante é idêntica em forma e tamanho à original, apenas deslocada no plano. Esse tipo de transformação preserva as propriedades geométricas da figura e é bastante comum em padrões de azulejos e mosaicos.

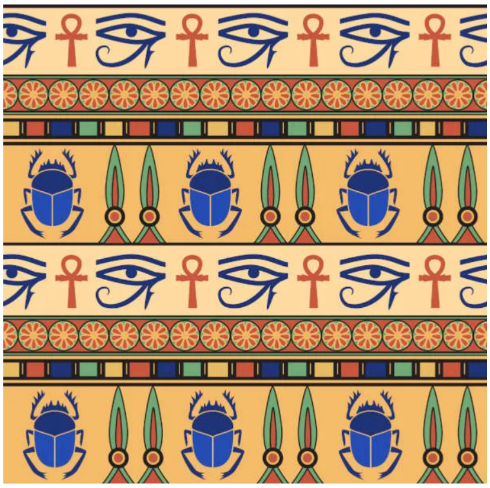
Figura 21 – Simetria por translação: figura original em azul e transladada em vermelho.



Fonte: Autor

Um exemplo do cotidiano seriam os ladrilhos de um piso ou os azulejos de uma parede apresentam simetria por translação, pois repetem o mesmo padrão ao longo de uma direção.

Figura 22 – Translação em padrão de piso.



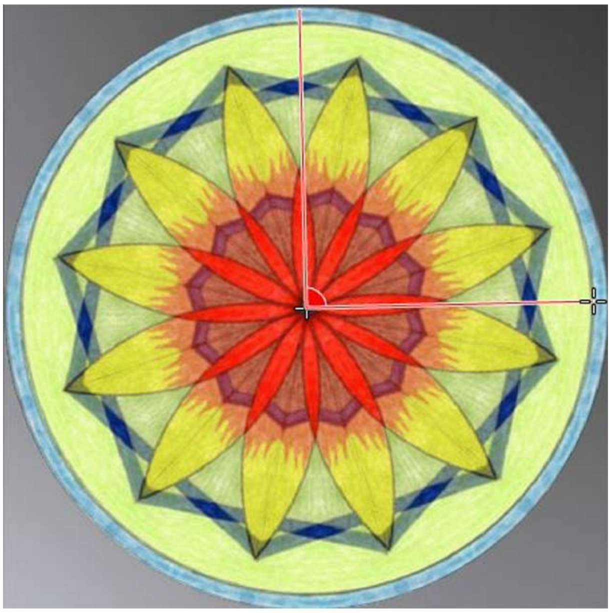
Fonte: Dreamstime [h]

3.4 SIMETRIAS COMBINADAS: ROSÁCEAS E FRISOS

Algumas figuras apresentam mais de um tipo de simetria simultaneamente. As rosáceas combinam simetria radial (rotação e reflexão), enquanto os frisos combinam translação e reflexão ao longo de uma faixa linear.

As rosáceas aparecem em vitrais, mandalas e centros de flores. Os frisos estão presentes em bordas de tapetes, faixas de mosaicos e ornamentos arquitetônicos.

Figura 23 – Rosácea com simetria radial.



Fonte: Culture Movies Portal [i]

[h] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-ornamento-eg%C3%ADpcio-jogo-image93212262>. Acesso em: 5 jul. 2025.

[i] Disponível em: <https://portal.culturemoves.eu/noniusadventures/romanesque-math-discoveries>. Acesso em: 5 jul. 2025.

4 APLICAÇÕES DE SIMETRIA COMO RECURSO DIDÁTICO

A simetria é um conceito fundamental na Matemática, com manifestações visíveis tanto na natureza quanto na arte e na cultura humana. Este capítulo visa apresentar e discutir os diferentes tipos de simetria – axial, rotacional e translacional – como recursos didáticos no ensino de Matemática, com base em experiências pedagógicas e referenciais teóricos. A abordagem parte do pressuposto de que o reconhecimento e a utilização de padrões simétricos contribuem para o desenvolvimento do raciocínio geométrico, da visualização espacial e da conexão entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

A simetria axial, também conhecida como simetria especular ou reflexiva, ocorre quando uma figura pode ser dividida por um eixo, de modo que cada metade seja o espelho da outra. Essa isometria é uma forma concreta e acessível para introdução de conceitos como congruência e relações métricas.

Neste caso recomenda-se trabalhar com imagens como rostos humanos, borboletas, pegadas de calçados e o ”Homem Vitruviano”, explorando visualmente a correspondência entre os lados de uma figura em relação ao eixo y. Utilizar atividades como dobraduras de papel pode auxiliar na compreensão intuitiva desse tipo de simetria.

A simetria rotacional refere-se à propriedade de uma figura que, ao ser girada em torno de um ponto central, coincide com ela mesma em determinados ângulos. Essa forma de simetria pode ser observada em espirais, mandalas, flores, entre outros elementos da natureza e das artes. No contexto bidimensional ou tridimensional, a linha geradora da figura pode ser concebida como partindo do centro de um círculo, sendo traçada para fora em forma espiralada.

A simetria translacional ocorre quando uma figura é repetida continuamente ao longo de uma direção, mantendo sua forma. Essa repetição pode se dar em linhas paralelas e pode variar em escala, não sendo necessário manter exatamente o mesmo tamanho da figura original.

Exemplos didáticos podem incluir imagens de cestarias indígenas, mosaicos, artefatos cerâmicos e coreografias de grupos de dança. Observa-se a construção de padrões que se deslocam em direção definidas, seja horizontal, vertical ou mesmo no plano tridimensional (eixo z). A percepção do observador também influencia a interpretação das formas e suas repetições.

Por conseguinte, são sugeridas oito aplicações sobre o conteúdo, com questões do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e de elaboração do próprio autor, a serem desenvolvidas com os discentes durante as aulas letivas. Essas aplicações tem como objetivo favorecer a compreensão dos conceitos de simetria, estimular a curiosidade e evidenciar o quanto essas características estão presentes no cotidiano.

4.1 APLICAÇÃO 1: O HOMEM VITRUVIANO

Uma questão sobre o Homem Vitruviano explora o entendimento do estudante acerca da relação entre a arte renascentista e os conceitos de proporção, simetria e harmonia presentes no corpo humano. A figura desenhada por Leonardo da Vinci, inspirada nos estudos do arquiteto romano Vitrúvio, simboliza o ideal de equilíbrio estético e matemático, refletindo a busca pelo conhecimento científico e artístico da época. Ao valorizar a simetria e as proporções exatas, a obra conecta a geometria à representação do corpo humano, estimulando o aluno a reconhecer a importância da matemática nas artes visuais e na percepção do mundo.

Questão: ENEM 2017

O Homem Vitruviano, famoso desenho de Leonardo da Vinci, representa a proporção ideal do corpo humano, baseada nos estudos do arquiteto romano Vitrúvio. Essa representação está relacionada à ideia de:

a) simetria e harmonia das proporções.
b) a deformação artística do corpo humano.
c) o uso exclusivo de medidas arbitrárias.
d) a importância da assimetria para o equilíbrio.
e) a valorização da subjetividade nas artes.

Gabarito: Alternativa A

A resposta correta destaca que o Homem Vitruviano representa a simetria e harmonia das proporções do corpo humano, baseadas em princípios geométricos que expressam a ideia renascentista de beleza e equilíbrio.

4.2 APLICAÇÃO 2: SIMETRIA EM OBJETOS CERÂMICOS

A questão seguinte propõe uma análise comparativa entre dois objetos cerâmicos produzidos em épocas e contextos culturais distintos: uma urna funerária indígena marajoara e uma escultura contemporânea. Ambas utilizam a cerâmica como meio expressivo, mas com propósitos diferentes. A urna apresenta uma composição simétrica e uma função ritualística clara, enquanto a escultura moderna rompe com a simetria tradicional e não possui utilidade prática. Ao destacar essa diferença, a questão leva o estudante a refletir sobre como a simetria, muitas vezes associada à ordem e função em contextos tradicionais, pode ser abandonada em produções artísticas contemporâneas que priorizam a liberdade formal e o conceito.

Questão: ENEM 2018

Figura 24 – Urna funerária marajoara e a obra Estrutura vertical dupla

Fonte: Descomplica [a]

As duas imagens são produções que têm a cerâmica como matéria-prima. A obra *Estrutura vertical dupla* se distingue da urna funerária marajoara ao:

a) evidenciar a simetria na disposição das peças.

b) materializar a técnica sem função utilitária.

c) abandonar a regularidade na composição.

d) anular possibilidades de leituras afetivas.

e) integrar o suporte em sua constituição.

Disponível em: <https://descomplica.com.br/gabarito-enem/questoes/2018/primeiro-dia/duas-imagens-sao-producoes-que-tem-ceramica-como-materia-prima-obra-estrutura-vertical-dupl/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Gabarito: Alternativa B

A resposta correta indica que a obra contemporânea valoriza a técnica cerâmica desvinculada de qualquer finalidade prática. Ao contrário da urna funerária marajoara, que possuía uma função ritual e utilitária no contexto cultural indígena.

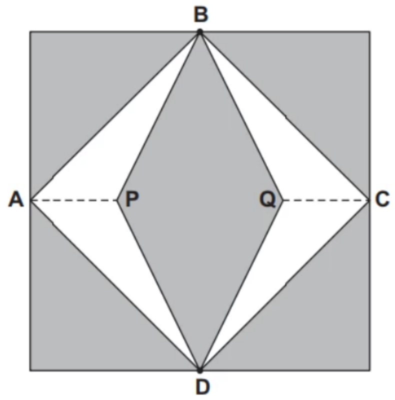
4.3 APLICAÇÃO 3: SIMETRIA EM VITRAIS

A próxima questão exige a análise do padrão do vitral mostra que sua composição se repete simetricamente em relação ao eixo vertical, o que caracteriza uma simetria axial com relação ao eixo y. Isso evidencia o uso da geometria no design artístico de espaços arquitetônicos.

Questão: Elaborada pelo autor

O vitral de uma construção apresenta um padrão que se repete por rotação. A figura a seguir ilustra esse vitral:

Figura 25 – Vitral quadrado composto por desenhos de triângulos



Fonte: Kuadro [b]

Qual transformação, em torno do centro do vitral, tomando o eixo y como referência, permite obter esse padrão?

Disponível em: <https://www.kuadro.com.br/gabarito/enem/2012/matematica/enem-2012-para-decorar-a-fachada-de-um-edifcio-um-/17521>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Gabarito:

A repetição do padrão ocorre por espelhamento em relação ao eixo y, sendo assim, temos uma simetria axial em torno do eixo y.

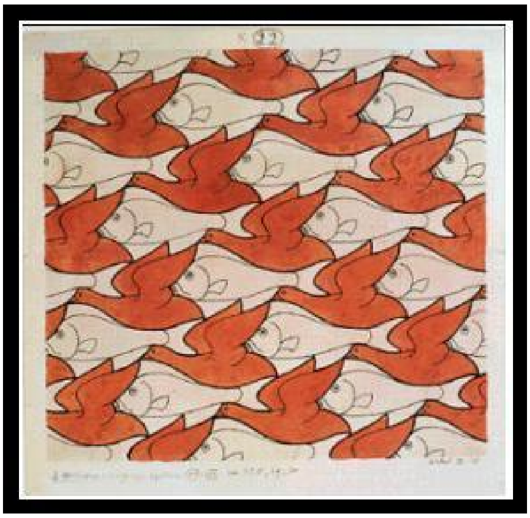
4.4 APLICAÇÃO 4: SIMETRIA TRANSLACIONAL

Trabalhando a ideia de simetria translacional, a questão abaixo apresenta imagens que se repete por deslocamentos em linha reta. É importante para os estudantes distinguirem entre os diversos tipos de isometrias e compreenderem que a repetição regular de uma forma ao longo de uma direção caracteriza a translação.

Questão: Elaborada pelo autor

O artista plástico constrói um painel com padrões que se repetem. Parte do painel é representada a seguir:

Figura 26 – Bird Fish M.C. Escher 1938



Fonte: Pinterest [c]

Para construir o painel, ele usou uma transformação geométrica que, ao ser aplicada repetidamente, gera o padrão. Essa transformação é:

a) uma translação.

b) uma rotação.

c) uma reflexão.

d) uma homotetia.

e) uma simetria central.

Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/bird-fish-mc-escher-1938-poster-canvas-print-wooden-hanging-scroll-frame-in-2022–83598136826518686/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Gabarito: alternativa A

O padrão se repete horizontalmente, caracterizando uma translação.

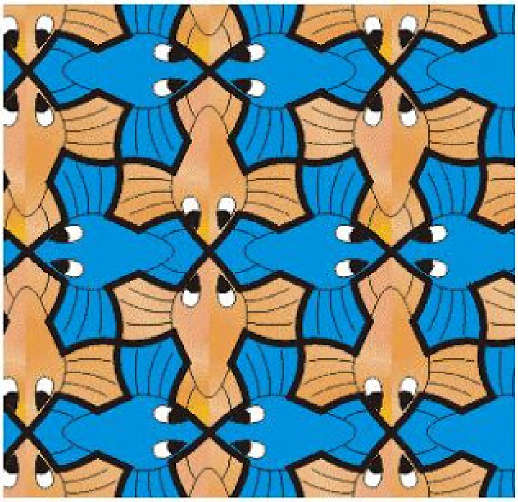
4.5 APLICAÇÃO 5: SIMETRIA NAS ARTES DE ESCHER

A referência à obra de Escher, presente na próxima questão permite discutir a beleza dos padrões geométricos e a presença simultânea de simetrias axiais e rotações em mosaicos que preservam a congruência das figuras. A arte tesselar de Escher pode ser integrada em atividades de identificação de transformações geométricas.

Questão: Elaborada pelo autor

O artista Escher utilizava padrões geométricos para criar obras que mesclavam arte e matemática. Em uma de suas gravuras, observa-se um mosaico composto por peixes que se encaixam perfeitamente, formando uma figura visualmente organizada e com padrão de repetição.

Figura 27 – M.C. Escher symmetry nr 122



Fonte: Geogebra [d]

Essa organização está associada à aplicação de:

a) simetria rotacional e axial.

b) homotetia e ampliação.

c) reflexão e simetria central.

d) rotação e translação.

e) projeção e perspectiva.

---

[d] Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/cpgq4xhv>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Gabarito: alternativa A

A gravura combina simetria axial (espelhamento) e rotacional (giro), formando padrões complexos e interligados.

4.6 APLICAÇÃO 6: A SIMETRIA ROTACIONAL DA MANDALA

Uma questão sobre a mandala representa um dos melhores exemplos visuais de simetria rotacional múltipla. Trabalhar esse tipo de imagem com os estudantes permite abordar conceitos como eixo de simetria, repetição de padrões, fracionamento angular e aplicações culturais e religiosas da geometria.

Questão:

Observe o desenho de uma mandala feita com azulejos coloridos:

Figura 28 – Mandala em pontilhismo

Fonte: Pinterest [e]

Esse tipo de figura é um exemplo de arte decorativa com forte influência da geometria. A propriedade geométrica que mais se destaca na composição dessa mandala é:

a) homotetia.

b) translação.

c) simetria radial.

d) reflexão.

e) perspectiva.

---

[e] Disponível em: <https://ar.pinterest.com/pin/365987907233904221/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

Gabarito: alternativa C

A simetria radial, ou rotacional, é o principal elemento que organiza as formas coloridas em torno do centro.

4.7 APLICAÇÃO 7: SOCIALIZAÇÃO DE SABERES E PRODUÇÃO AUTORAL

com o objetivo de promover a partilha das observações realizadas durante as questões aplicadas, os alunos podem apresentar desenhos, esquemas ou registros que representem os diferentes tipos de simetria estudados, explicando oralmente o que foi observado. Essa atividade fortalece a socialização dos saberes, estimula a comunicação matemática e favorece o desenvolvimento da argumentação e da escuta ativa. O ambiente da roda deve ser organizado de modo a permitir a escuta mútua e a valorização das contribuições individuais e coletivas, permitindo ao professor realizar uma avaliação qualitativa da aprendizagem.

Posteriormente os alunos deverão elaborar uma produção autoral que represente um dos tipos de simetria estudados. Essa produção pode ser um desenho geométrico, uma fotografia comentada, uma montagem digital, ou até mesmo uma breve cena teatral ou coreográfica baseada em simetria de movimentos. O objetivo é que o estudante sintetize os conhecimentos adquiridos de forma criativa, relacionando matemática e expressão artística. Os trabalhos serão expostos em sala de aula ou em um mural, promovendo um momento de apreciação coletiva.

4.8 APLICAÇÃO 8: DANÇA DE CIRANDA

Por fim, será realizada, uma atividade prática em forma de **Dança de Ciranda** que começa com a marcação de um segmento de reta no chão, utilizando uma fita colorida, com comprimento aproximado de cinco a seis metros. Esse segmento representará o ”diâmetro”de uma roda imaginária. Em seguida, outro segmento é traçado perpendicular ao primeiro, formando uma cruz no chão e simbolizando os eixos x e y do plano cartesiano. Os quadrantes formados são numerados de forma ordinal, do primeiro ao quarto.

A vivência corporal da simetria é aprofundada por meio de uma dança em roda, inspirada na tradicional ciranda. Os estudantes aprendem os quatro tempos básicos da dança: no primeiro tempo, dá-se um passo à frente com a perna direita; no segundo tempo, a perna esquerda abre para o lado, formando uma base com os pés paralelos; no terceiro, o pé que estava à frente vai para trás, promovendo equilíbrio; no quarto, a perna esquerda cruza à frente da direita, preparando o retorno ao primeiro tempo em rotação anti-horária. Esse movimento circular e repetitivo reforça a compreensão intuitiva da simetria rotacional.

Figura 29 – Dança de ciranda

Fonte: Pinterest [f]

[f]Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/747527238134135675/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

É importante que os movimentos sejam praticados antes da execução completa da dança, pois, para os iniciantes, a coordenação entre passos e tempos pode parecer desafiadora. No entanto, trata-se de uma manifestação cultural bastante conhecida no Nordeste, e a familiaridade com a canção ”Ciranda, cirandinha”costuma despertar o engajamento dos alunos.

Durante a execução da dança, pode-se formar uma segunda roda menor no centro, girando em sentido oposto, conforme as regras tradicionais da ciranda. Esse recurso permite ao professor explicar, com a roda parada, os conceitos de quadrantes e como a rotação de uma volta e meia, por exemplo, desloca um ponto (representado por um estudante) para outro quadrante, evidenciando o conceito de simetria rotacional.

Outros exemplos didáticos são utilizados, como imaginar uma pizza sendo girada: suas fatias se reposicionam, mas continuam simétricas. Ou ainda, ao colar um barbante em espiral sobre uma superfície circular e girá-lo, observa-se que o padrão se repete de forma contínua e ordenada.

A simetria rotacional manifesta-se em diversos contextos do cotidiano, como em um disco girando em uma vitrola ou um CD em funcionamento. Da mesma forma, o movimento de rotação da Terra é um exemplo natural desse tipo de simetria.

Em síntese, a simetria rotacional pode ser compreendida como uma correspondência entre partes que se repetem em torno de um ponto central, formando espirais ou padrões que se mantêm congruentes sob rotações. A exploração corporal, artística e geométrica desses conceitos torna a aprendizagem mais concreta, interdisciplinar e significativa.

5 CONCLUSÃO

A simetria, ao longo da história da humanidade, revelou-se não apenas como uma propriedade geométrica ou uma expressão estética, mas como um princípio universal que permeia as estruturas da natureza, os artefatos culturais e os sistemas de pensamento. Desde as construções monumentais do Egito antigo até os delicados mosaicos islâmicos, passando pelos sólidos platônicos da Grécia, pelos mandalas indianos e pelas pirâmides maias, observamos que a simetria esteve presente como expressão de ordem, harmonia e transcendência.

Cada civilização estudada neste trabalho reconheceu, à sua maneira, o valor simbólico e prático da simetria. Os egípcios a utilizavam como representação da eternidade e do equilíbrio cósmico; os gregos a relacionavam à razão e à beleza ideal; os povos islâmicos fizeram dela um instrumento de espiritualidade e contemplação infinita. Na Ásia, a simetria serviu como metáfora da dualidade e da unidade do universo; nas civilizações pré-colombianas, como meio de conexão entre o espaço sagrado e o tempo cíclico.

No Renascimento, a simetria passou a integrar uma visão moderna de mundo que conciliava arte, ciência e filosofia. A busca por proporções perfeitas, pela perspectiva e pela harmonia das formas revelou um espírito investigativo que ainda inspira a educação matemática contemporânea. Já na modernidade científica, com a teoria dos grupos, a simetria alcançou um novo patamar: tornou-se linguagem abstrata e rigorosa para descrever leis fundamentais da física, estruturas moleculares da química e padrões na biologia.

Entretanto, mais do que uma ferramenta científica ou estética, a simetria é um elo entre o sensível e o racional. Ao estudá-la, os estudantes não apenas aprendem geometria e transformações, mas também desenvolvem a percepção de que o mundo é composto por relações — relações de equilíbrio, repetição, transformação, reciprocidade. A simetria, nesse contexto, emerge como uma ponte entre o pensamento matemático e a experiência humana mais profunda.

É nesse ponto que a simetria se revela também como linguagem cultural. Ao observarmos manifestações populares como a dança da ciranda — tradicional no nordeste brasileiro — percebemos que a simetria não está apenas em objetos e teorias, mas também nos corpos em movimento, nas rodas que giram em perfeita harmonia, nos gestos que se espelham e se repetem com ritmo e intenção coletiva. A roda da ciranda, onde todos dão as mãos e se movimentam em uníssono, simboliza de forma viva a ideia de simetria radial, de cooperação, de pertencimento a um todo maior.

Na ciranda, cada indivíduo é parte de uma estrutura simétrica maior: todos são igualmente importantes, todos têm seu reflexo no outro. Não há centro fixo, pois o centro é simbólico — é o ponto de união, o ponto de convergência entre matemática, cultura e afetividade. Assim, a ciranda representa, poeticamente, aquilo que este trabalho buscou demonstrar: que a simetria é mais do que forma — é um princípio que atravessa a lógica, a arte, a fé e o convívio humano.

Portanto, encerrar este estudo com a imagem da ciranda é, também, reconhecer que a simetria não é uma abstração isolada. Ela pulsa nos ritmos da vida, nas tradições do povo, nas estruturas do saber e nas conexões que estabelecemos com o mundo e com o outro. Estudar a simetria é, assim, participar de uma dança universal — uma dança que une passado e presente, razão e emoção, ciência e cultura, numa roda infinita de significados e descobertas.

REFERÊNCIAS

BROUSSEAU, G. P. **Les différents rôles du maître**. Montréal: Bulletin de l'AMQ, 1988.

BROUSSEAU, G. P. **A etnomatemática e a teoria das situações didáticas**. São Paulo: Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 2006.

GÁLVEZ, G. **A didática da matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. **Um pouco da teoria das situações didáticas (tsd) de Guy Brousseau**. Campinas: Zetetiké, 2013.