PESQUISA ORIGINAL

THEOREMA INFINITUM
JOURNAL
MATHEMATICS, EDUCATION AND RELATED SCIENCES

A Geometria de Símbolos Culturais na Educação Básica: proposta didática articulando construções com régua e compasso e o *GeoGebra*

Pedro Felipe Pereira dos Santos[1]; Nayara Francisca Chaves Moura[2]; Agenilson Lima Negreiros[3]; Francisco de Assis Fialho[4]; José Milton Filho[5]; Roberto Arruda Lima Soares[6]; Ronaldo Campelo da Costa[7]; Ezequias Matos Esteves[8]

[1]Especialista, Centro Estadual de Tempo Integral Luís de Castro, Piauí, Brasil. E-mail: profpedro9@gmail.com; [2]Especialista, Unidade Escolar Municipal Antônio Xavier, Piauí, Brasil. E-mail: nayarachaves@gmail.com; [3]Especialista, Escola Municipal São Francisco, Piauí, Brasil. E-mail: lima.negreiro.matematematica@gmail.com; [4]Licenciado, Escola Gumercindo Dias Pinheiro, Piauí, Brasil. E-mail: fialhofi22@gmail.com; [5]Especialista, Escola Profissional Professor Luis Filipe, Ceará, Brasil. E-mail: jfilho678@gmail.com; [6]Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil. E-mail: robertoarruda@ifpi.edu.br; [7]Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil. E-mail: ronaldocampelo@ifpi.edu.br; [8]Doutor, Instituto Federal do Piauí, Piauí, Brasil. E-mail: ezequias@ifpi.edu.br.

https://doi.org/10.67694/7aswvf54

Received: 30/10/2026 | **Accepted:** 04/11/2026 | **Published:** 12/11/2026 | **Pages:** 258–269

RESUMO

O ensino de geometria na Educação Básica brasileira tem sido caracterizado, na literatura, pelo lugar secundário que ocupa no currículo e por abordagens centradas em fórmulas. Este artigo tem como objetivo propor e fundamentar uma sequência didática que mobiliza símbolos histórico-culturais e cívicos para o ensino de geometria plana e espacial, articulando construções com régua não graduada e compasso e explorações no software GeoGebra. Trata-se de um estudo qualitativo, de natureza teórico-propositiva, fundamentado na Etnomatemática, na Teoria da Objetivação, no modelo de van Hiele e em estudos sobre construções geométricas e geometria dinâmica. A sequência organiza-se em quatro etapas (observar, contextualizar, desconstruir e construir) e contempla a Estrela de Davi, o Yin Yang, a Cruz de Malta, as bandeiras do Brasil e do Piauí e obras de Rubem Valentim, estas em diálogo com a Lei nº 10.639/2003. A análise matemática dos símbolos evidencia que eles mobilizam a divisão da circunferência, polígonos regulares, simetrias de reflexão e de rotação, áreas, homotetia e volumes de prismas e cilindros, com resultados verificáveis, como a razão $\sqrt{3}/\pi$ entre a área do hexagrama e a do círculo circunscrito e as medidas da Bandeira Nacional definidas pela Lei nº 5.700/1971. Conclui-se que a proposta apresenta potencial para articular conteúdo geométrico, dimensão histórico-cultural e passagem da verificação empírica à justificativa, cujos efeitos sobre a aprendizagem demandam investigação empírica com instrumentos validados.

Palavras-chave: Ensino de geometria. Construções geométricas. Geometria dinâmica. Etnomatemática.

ABSTRACT

Geometry teaching in Brazilian basic education has been characterised in the literature by its secondary place in the curriculum and by formula-centred approaches. This article aims to propose and ground a teaching sequence that draws on historical, cultural and civic symbols to teach plane and spatial geometry, combining constructions with an unmarked straightedge and compass and explorations in the GeoGebra software. It is a qualitative study of a theoretical and propositional nature, grounded in Ethnomathematics, the Theory of Objectification, the van Hiele model and research on geometric constructions and dynamic geometry. The sequence is organi-

sed in four stages (observing, contextualising, deconstructing and constructing) and covers the Star of David, the Yin Yang, the Maltese Cross, the flags of Brazil and of the state of Piauí, and works by Rubem Valentim, the latter in dialogue with Law No. 10.639/2003. The mathematical analysis of the symbols shows that they mobilise the division of the circle, regular polygons, reflection and rotation symmetries, areas, homothety and volumes of prisms and cylinders, with verifiable results such as the ratio $\sqrt{3}/\pi$ between the area of the hexagram and that of its circumscribed circle and the measurements of the national flag defined by Law No. 5.700/1971. The proposal is considered to have the potential to connect geometric content, the historical and cultural dimension, and the transition from empirical verification to justification; its effects on learning require empirical investigation with validated instruments.

Key words: Geometry teaching. Geometric constructions. Dynamic geometry. Ethnomathematics.

INTRODUÇÃO

A literatura em Educação Matemática registra, há mais de três décadas, o lugar secundário ocupado pela geometria na Educação Básica brasileira. Pavanello (1993) e Lorenzato (1995) identificaram que os conteúdos geométricos foram frequentemente deslocados para o final dos livros didáticos e preteridos pelos professores em favor da aritmética e da álgebra, em parte por lacunas na própria formação docente. Esse quadro contribui para que a geometria seja apresentada como um conjunto de definições e fórmulas, desvinculado de sua natureza histórica, de sua dimensão visual e de seus procedimentos de construção.

Uma das respostas a esse quadro consiste em tratar a matemática como produção humana situada histórica e culturalmente. Na perspectiva da Etnomatemática, D'Ambrosio (2001) concebe o conhecimento matemático como conjunto de modos e técnicas desenvolvidos por diferentes grupos culturais para explicar, conhecer e lidar com seu ambiente natural e sociocultural. Sob essa ótica, bandeiras, emblemas e símbolos de diferentes tradições podem ser tomados como artefatos culturais portadores de ideias geométricas, e não apenas como ilustrações de conteúdos previamente definidos.

No plano curricular, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define a unidade temática Geometria nos seguintes termos:

> A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos (Brasil. Ministério da Educação, 2018, p. 271).

Duas tradições de pesquisa oferecem meios para concretizar essa orientação. A primeira valoriza as construções com régua e compasso: Cans, Moser e Moretti (2024) defendem que as construções elementares sejam realizadas inicialmente à mão, com régua não graduada e compasso, antes do uso de esquadros, transferidores e softwares, porque esse percurso torna visíveis as propriedades que garantem a exatidão do traçado. A segunda explora a geometria dinâmica: Borba e Penteado (2007) mostram que o uso de softwares permite testar conjecturas e observar invariantes ao movimentar objetos, desde que as tarefas sejam planejadas com esse fim. Estudos recentes têm explorado o GeoGebra 3D e a realidade aumentada no ensino de geometria espacial (Amorim; Reis; Ferreira, 2024; Ojeda; Miola, 2024), e propostas didáticas têm articulado geometria e arte afro-brasileira, incluindo obras de Rubem Valentim (Ramos; Costa, 2024).

Esses trabalhos, contudo, tendem a tratar separadamente a construção manual, a exploração digital e a dimensão cultural. Permanece pouco explorada a articulação, em uma mesma sequência, de símbolos de diferentes tradições culturais e cívicas, da construção euclidiana com régua e compasso e da passagem da figura plana ao sólido por meio da extrusão no GeoGebra. A articulação com a Lei nº 10.639/2003, que tornou obrigatório o ensino de história e cultura afro-brasileira, também permanece incipiente na área de Matemática (Santos; Carvalho, 2025). A integração dessas dimensões dialoga com a noção de currículo integrado proposta por Santomé (1998), ao aproximar Matemática, História e Arte em torno de objetos comuns.

Diante desse cenário, formula-se a seguinte questão: de que modo símbolos histórico-culturais e cívicos podem ser mobilizados, por meio de construções com régua e compasso e de explorações no GeoGebra, para abordar conceitos de geometria plana e espacial na Educação Básica?

O objetivo geral deste artigo é propor e fundamentar uma sequência didática que mobiliza símbolos histórico-culturais e cívicos para o ensino de geometria plana e espacial, articulando construções com régua e compasso e o GeoGebra. Especificamente, busca-se discutir fatores históricos associados ao abandono do ensino de geometria e do desenho geométrico no Brasil, analisar matematicamente os símbolos selecionados, descrever as etapas e os roteiros da proposta e indicar critérios para sua avaliação empírica.

Além desta introdução, o artigo apresenta o referencial teórico, organizado em quatro eixos; os procedimentos metodológicos; a análise matemática dos símbolos e a discussão da proposta; e as considerações finais. Os roteiros de atividade e um instrumento de avaliação para aplicação futura constam dos apêndices.

REFERENCIAL TEÓRICO

A geometria escolar no Brasil: das construções ao abandono

Entre os registros mais conhecidos de conhecimentos geométricos antigos estão o papiro de Rhind, copiado no Egito por volta de 1650 a.C., e tábuas mesopotâmicas que apresentam procedimentos para problemas práticos, como a medição de terras e o cálculo de volumes de celeiros (Boyer; Merzbach, 2012; Eves, 2011). Na Grécia antiga, consolidou-se uma geometria dedutiva, sistematizada por Euclides em Os Elementos, obra em que as construções com régua e compasso ocupam lugar central como forma de garantir a existência dos objetos estudados (Euclides, 2009). Roque (2012) adverte, porém, contra narrativas lineares dessa história, que tendem a apagar a contribuição de diferentes povos.

No Brasil, a trajetória do ensino de geometria foi marcada por descontinuidades. O ensino jesuítico privilegiou a aritmética comercial (Valente, 1999), e as Reformas Pombalinas, a

partir de 1759, introduziram aulas avulsas sem planejamento continuado nem formação docente correspondente (Miorim, 1998; Seco; Amaral, 2006). No século XIX, o desenho geométrico foi valorizado em contextos militares, técnicos e profissionalizantes (Costa, 2013). No século XX, a Reforma Francisco Campos (1931) e a Reforma Capanema (1942) mantiveram o desenho no ensino secundário (Brasil, 1931, 1942; Nascimento, 1994).

A partir da década de 1960, o Movimento da Matemática Moderna (MMM) privilegiou a linguagem dos conjuntos e as estruturas algébricas, o que contribuiu para o enfraquecimento da geometria euclidiana nos programas escolares (Pavanello, 1993; Lopes; Manrique; Macedo, 2021). A Lei nº 5.692/1971 retirou a obrigatoriedade do Desenho Geométrico, que passou a figurar como componente optativo ou diluído na Educação Artística (Brasil, 1971a; Nascimento, 1994). Pavanello (1993) e Lorenzato (1995) apontam como consequência desse percurso a omissão frequente da geometria em sala de aula, situação que repercute na formação dos estudantes e dos próprios professores.

A relevância de recuperar a geometria também se expressa nos exames de larga escala. Ao analisarem as provas de Matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) aplicadas entre 2009 e 2024, Barroso e Esmeraldo (2026) identificaram 172 questões envolvendo conhecimentos geométricos, o que corresponde a cerca de 24% do total analisado.

Etnomatemática, Teoria da Objetivação e a Lei nº 10.639/2003

A Etnomatemática fornece a primeira chave de leitura da proposta. Ao reconhecer que diferentes grupos produzem modos próprios de explicar e lidar com a realidade (D'Ambrosio, 2001), ela permite examinar símbolos de diversas tradições como manifestações em que forma, função e significado se entrelaçam. Isso não implica atribuir a cada símbolo uma intenção matemática explícita de seus criadores, mas reconhecer que sua forma pode ser analisada geometricamente e que essa análise ganha sentido quando situada historicamente.

A Teoria da Objetivação (TO), de Luis Radford, oferece a segunda chave. A TO concebe a aprendizagem como processo histórico-cultural coletivo, em que o saber culturalmente constituído se torna objeto de consciência por meio da atividade conjunta de professores e estudantes, ao mesmo tempo em que os sujeitos se transformam (Radford, 2020, 2021). Na proposta, essa perspectiva orienta duas escolhas: a organização das tarefas como labor conjunto, em que estudantes e professor constroem e discutem as figuras, e a atenção aos meios semióticos mobilizados (gestos, instrumentos, linguagem e representações no software) no processo de tornar visíveis as propriedades geométricas.

A Lei nº 10.639/2003 alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para incluir no currículo oficial a obrigatoriedade da temática História e Cultura Afro-Brasileira (Brasil, 2003). Santos e Carvalho (2025) argumentam que a Matemática pode contribuir para essa política ao questionar a ideia de neutralidade cultural da disciplina, embora lacunas na formação docente limitem sua efetivação. Nesse sentido, Ramos e Costa (2024) elaboraram atividades a partir de obras de artistas afro-brasileiros; em uma delas, partindo de uma pintura de Rubem Valentim da série Emblemas, que remete ao machado de Xangô, exploram reflexões em relação a um eixo, classificação de polígonos, semelhança, ampliação e redução. A presente proposta incorpora essa referência ao repertório de símbolos estudados.

Construções geométricas, visualização e níveis de van Hiele

O modelo de van Hiele descreve o desenvolvimento do pensamento geométrico em níveis hierárquicos e sequenciais: visualização, análise, dedução informal, dedução formal e rigor (Van Hiele, 1986). Curi (2021) mostra como esse modelo pode orientar a análise de currículos e a progressão das tarefas, do reconhecimento das figuras pela aparência à compreensão de suas propriedades e relações. Para a presente proposta, o modelo indica que a observação dos símbolos (visualização) deve ser seguida da identificação de propriedades (análise) e de justificativas para as relações observadas (dedução informal).

Moretti (2013) propõe a noção de semiosfera do olhar para descrever o espaço semiótico em que se articulam diferentes modos de ver as figuras, com ênfase nos anos iniciais. Em trabalho posterior, Cans e Moretti (2024) caracterizam a construção e a desconstrução geométrica como gestos intelectuais fundamentais para a aprendizagem da geometria, destacando o valor heurístico de decompor uma figura em seus elementos constitutivos. Essa ideia sustenta a etapa de desconstrução da sequência: identificar, sob o desenho de um símbolo, os traçados que o tornam possível.

Um cuidado decorre dessas referências: a medição com régua graduada ou transferidor é uma verificação empírica, sujeita a erros de instrumento, e não substitui a justificativa. A construção com régua não graduada e compasso favorece justamente essa distinção, porque a exatidão do traçado depende de propriedades (igualdade de raios, mediatrizes, bissetrizes) e não de medidas.

Geometria dinâmica e a articulação entre papel e software

Em ambientes de geometria dinâmica, os objetos construídos preservam as relações que os definem quando são arrastados, o que permite distinguir propriedades invariantes de características acidentais de um desenho particular (Borba; Penteado, 2007). O GeoGebra acrescenta a esse recurso a janela de visualização 3D e ferramentas de extrusão, que transformam polígonos e círculos em prismas, pirâmides, cilindros e cones. Amorim, Reis e Ferreira (2024) observaram, em atividades exploratórias com estudantes do Ensino Médio, o potencial dessas ferramentas para a visualização de sólidos e de suas propriedades; Ojeda e Miola (2024) utilizaram o software para abordar a relação de Euler.

A articulação entre papel e software, entretanto, não é automática. Cans, Moser e Moretti (2024) sustentam que o uso de instrumentos e programas é mais produtivo depois que o estudante compreende as construções elementares. Daí a ordem adotada na proposta: primeiro a construção manual, que exige mobilizar as propriedades; depois a reconstrução no GeoGebra, em que essas mesmas propriedades são expressas por comandos e testadas pelo arrastar; por fim, a extrusão, que conecta a figura plana ao sólido e permite discutir área e volume.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Natureza e delineamento do estudo

Trata-se de um estudo qualitativo, de natureza teórico-propositiva, cujo produto é uma sequência didática fundamen-

tada e acompanhada de análise matemática dos objetos que a compõem. O estudo combina pesquisa bibliográfica, sobre a história do ensino de geometria e os referenciais teóricos adotados, e pesquisa documental, com exame da BNCC (Brasil, 2018), da Lei nº 10.639/2003 (Brasil, 2003) e das normas que definem a Bandeira Nacional (Brasil, 1971b) e a bandeira do Piauí (Piauí, 1922, 2005).

O estudo não relata a aplicação da sequência nem apresenta dados empíricos de estudantes. Por essa razão, não se classifica como pesquisa-ação, modalidade que pressupõe ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão conduzidos com a participação ativa dos sujeitos (Thiollent, 2011). A avaliação empírica da proposta é tratada na subseção 3.4 como plano para estudos futuros.

Seleção dos símbolos

Os símbolos foram selecionados segundo três critérios: (i) presença de conteúdos geométricos previstos para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio; (ii) possibilidade de construção, total ou parcial, com régua não graduada e compasso; e (iii) diversidade de origens culturais e de funções sociais. Resultaram dois grupos: símbolos de tradições culturais e religiosas (Estrela de Davi, Yin Yang, Cruz de Malta e emblemas de Rubem Valentim) e símbolos cívicos (bandeiras do Brasil e do Piauí).

Por envolver símbolos associados a tradições religiosas, a proposta adota abordagem não confessional, compatível com a laicidade da escola pública: os símbolos são estudados como produções culturais e objetos de análise geométrica, com informação histórica sobre seus contextos, sem juízo sobre crenças. Reproduções de obras de arte protegidas por direito autoral devem respeitar as condições de uso de imagem.

Organização da sequência didática

A sequência estrutura-se em quatro etapas, sintetizadas no Quadro 1. Na etapa de observação, os estudantes identificam padrões geométricos em símbolos presentes no ambiente escolar e em acervos digitais, transitando do reconhecimento global da figura à identificação de seus elementos. Na contextualização, os símbolos são situados historicamente: as bandeiras, em relação às normas que as definem; os símbolos de tradições culturais e religiosas, em relação às comunidades que os produziram; as obras de Rubem Valentim, em relação à cultura afro-brasileira. Na desconstrução, os estudantes isolam os traçados subjacentes a cada símbolo, decompondo-os em polígonos e circunferências. Na construção, realizam duas oficinas: uma analógica, com régua não graduada e compasso, e uma digital, no GeoGebra, que inclui a passagem para a janela 3D.

Quadro 1 – Síntese das etapas da sequência didática

Etapa	Ações dos estudantes	Conteúdos mobilizados	Recursos
Observar	Identificar símbolos e descrever suas formas; registrar hipóteses sobre simetrias e regularidades	Reconhecimento de polígonos e circunferências; vocabulário geométrico	Imagens impressas e digitais; caderno de registro
Contextualizar	Pesquisar a origem e a função social dos símbolos; ler as normas que definem as bandeiras	Proporção e escala; leitura de especificações técnicas	Lei nº 5.700/1971; legislação estadual; textos históricos
Desconstruir	Decompor cada símbolo em figuras elementares; identificar eixos e centros de simetria	Simetrias de reflexão e rotação; decomposição e composição de áreas	Cópias impressas; papel vegetal
Construir (oficina analógica)	Reproduzir os símbolos com régua não graduada e compasso e justificar cada passo	Divisão da circunferência; mediatriz; paralelas; divisão de segmento em partes iguais	Régua não graduada; compasso; transferidor apenas para verificação
Construir (oficina digital)	Reconstruir os símbolos no GeoGebra; arrastar para testar invariantes; aplicar extrusão	Plano cartesiano; homotetia; área e volume de prismas e cilindros	GeoGebra (versão web ou aplicativo) com janela 3D

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A duração prevista para a sequência completa é de oito a dez aulas de 50 minutos, distribuídas de acordo com o nível de ensino e com a quantidade de símbolos trabalhados. Os roteiros das oficinas da Estrela de Davi e da Bandeira do Brasil constam dos Apêndices A e B.

Plano de avaliação para aplicação futura

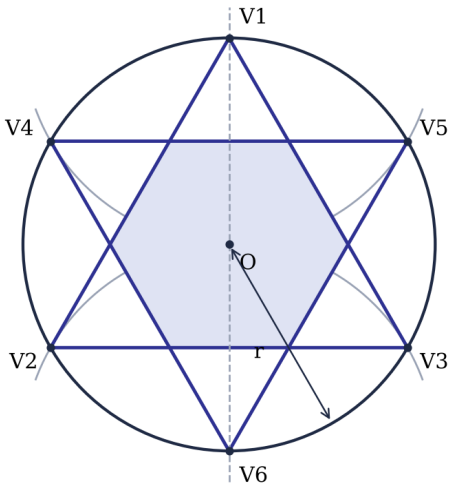
Para uma futura aplicação e avaliação empírica da proposta didática, sugere-se a adoção de um delineamento metodológico que contemple quatro dimensões complementares: participação dos estudantes nas atividades, percepção sobre a experiência de aprendizagem, desempenho na resolução de tarefas geométricas e desenvolvimento da aprendizagem matemática. A participação poderá ser acompanhada por meio de registros sistemáticos de observação, considerando o envolvimento, a interação e a autonomia dos estudantes durante as atividades. A percepção poderá ser investigada mediante a aplicação de questionários estruturados com itens em escala do tipo Likert, contemplando afirmações positivas e negativas, previamente submetidos a pré-teste para verificar sua clareza e adequação ao público-alvo (Apêndice C). Por sua vez, o desempenho poderá ser analisado mediante tarefas diagnósticas e avaliativas aplicadas antes e após a sequência didática, com critérios de correção previamente estabelecidos, possibilitando identificar avanços, dificuldades e mudanças nas estratégias de resolução utilizadas pelos participantes.

Complementarmente, as produções desenvolvidas pelos estudantes, incluindo construções geométricas manuais, representações elaboradas no GeoGebra e registros escritos, poderão constituir fontes de dados para uma análise qualitativa fundamentada na análise de conteúdo proposta por (Bardin, 2016). Para essa finalidade, poderão ser estabelecidas categorias analíticas relacionadas aos níveis de desenvolvimento do pensamento geométrico, contemplando aspectos como reconhecimento de formas, identificação de propriedades, estabelecimento de relações e elaboração de justificativas matemáticas. As respostas discursivas poderão ser organizadas mediante códigos de identificação (E1, E2, E3, . . .), preservando a correspondência entre os diferentes instrumentos de coleta. A análise dos dados permitirá avaliar as contribuições e limitações da proposta para a aprendizagem de geometria e o desenvolvimento do raciocínio matemático.

ANÁLISE MATEMÁTICA DOS SÍMBOLOS E DISCUSSÃO DA PROPOSTA

Esta seção apresenta a análise matemática de cada símbolo, com os conteúdos que ele mobiliza, as construções possíveis e os resultados esperados nas oficinas. Os valores apresentados decorrem de cálculo e foram conferidos; eles não constituem dados empíricos de aplicação.

Figura 1 – Construção do hexagrama com régua não graduada e compasso



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Estrela de Davi: divisão da circunferência e polígonos regulares

A Estrela de Davi pode ser construída como hexagrama inscrito em uma circunferência de centro O e raio r (Figura 1). Traça-se um diâmetro vertical, de extremidades V1 e V6. Com centro em V6 e mesmo raio, o arco que passa por O corta a circunferência em V2 e V3; com centro em V1, obtêm-se V4 e V5. Como cada um desses arcos tem raio igual ao da circunferência, os triângulos formados por O, pelo centro do arco e por cada ponto de interseção são equiláteros; logo, os seis pontos dividem a circunferência em seis arcos de 60°. Os triângulos V1V2V3 e V6V4V5 são equiláteros, pois seus vértices distam 120° entre si sobre a circunferência; cada ângulo interno, sendo inscrito em arco de 120°, mede 60°. O lado ℓ_T de cada triângulo e o lado ℓ_H do hexágono regular formado pela interseção dos dois triângulos são dados pela Equação 1:

$$\ell_T = r\sqrt{3}; \qquad \ell_H = \frac{r\sqrt{3}}{3} \tag{1}$$

Daí decorrem a área A_T de cada triângulo e a área A_H do hexágono central:

$$A_T = \frac{3\sqrt{3}r^2}{4}; \qquad A_H = \frac{\sqrt{3}r^2}{2} \tag{2}$$

Como a estrela é a união dos dois triângulos e a interseção entre eles é o hexágono, sua área A_E é obtida pela Equação 3:

$$A_E = 2 \cdot \frac{3\sqrt{3}r^2}{4} - \frac{\sqrt{3}r^2}{2} = \sqrt{3}r^2 \tag{3}$$

Assim, a razão entre a área da estrela e a do círculo circunscrito, de área $A_C = \pi r^2$, independe do raio escolhido:

$$\frac{A_E}{A_C} = \frac{\sqrt{3}}{\pi} \approx 0{,}551 \tag{4}$$

Do ponto de vista didático, esse símbolo permite percorrer os três primeiros níveis de van Hiele: reconhecer a estrela, identificar suas propriedades (lados e ângulos congruentes, hexágono central) e justificar por que os ângulos medem 60°. A medição com transferidor, prevista no Apêndice A, cumpre a função de verificação e deve ser confrontada com essa justificativa.

Yin Yang: arcos de circunferência e equivalência de áreas

A forma do Yin Yang pode ser modelada por uma circunferência de raio r dividida por uma curva em S composta de duas semicircunferências de raio r/2, com centros O1 e O2 sobre um diâmetro (Figura 2). Cada uma das regiões obtidas corresponde a um semicírculo de raio r, acrescido de um semicírculo de raio r/2 e subtraído de outro de mesmo raio; sua área A_Y é, portanto,

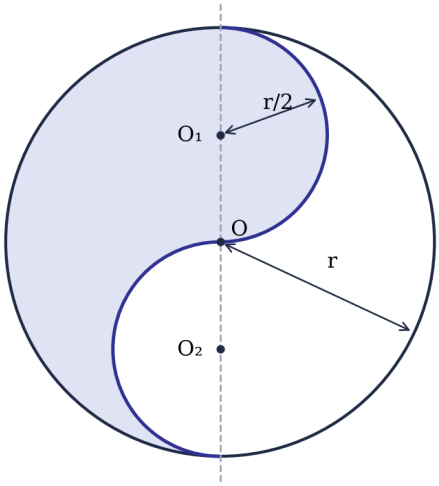
$$A_Y = \frac{\pi r^2}{2} + \frac{\pi (r/2)^2}{2} - \frac{\pi (r/2)^2}{2} = \frac{\pi r^2}{2} \tag{5}$$

isto é, metade da área do círculo. O comprimento c_S da curva em S e o perímetro P_Y de cada região são dados pela Equação 6:

$$c_S = 2\pi\left(\frac{r}{2}\right) = \pi r; \qquad P_Y = 2\pi r \tag{6}$$

de modo que o perímetro de cada região é igual ao comprimento da circunferência inteira.

Figura 2 – Modelo geométrico da divisão do círculo no Yin Yang



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Esse resultado é contraintuitivo para muitos estudantes, que tendem a supor que regiões de formas distintas da figura original tenham perímetros menores, e por isso favorece a discussão entre área e perímetro como grandezas independentes. A construção requer apenas o traçado da circunferência, a determinação do ponto médio de cada raio sobre o diâmetro (por mediatriz) e o traçado das semicircunferências. No GeoGebra, a extrusão do círculo com altura h gera um cilindro, e cada metade corresponde a um sólido com metade do volume:

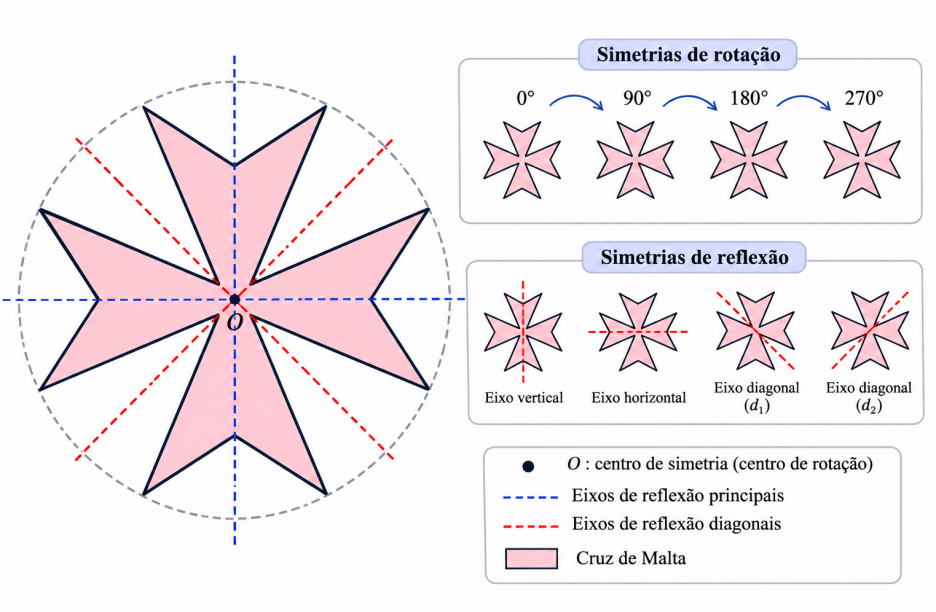
$$V_{\text{cil}} = \pi r^2 h; \qquad V_{\text{metade}} = \frac{\pi r^2 h}{2} \tag{7}$$

o que estende a equivalência de áreas para a equivalência de volumes.

Cruz de Malta: simetrias de rotação e de reflexão

A Cruz de Malta, associada historicamente à Ordem de Malta, é formada por quatro braços que se alargam a partir do centro e terminam em reentrâncias em forma de V, resultando em oito pontas. Não há construção normativa única do símbolo, o que permite aos estudantes proporem e compararem diferentes construções. Sua principal contribuição didática está no estudo das simetrias: a figura é invariante por rotações de 90°, 180° e 270° em torno do centro e possui quatro eixos de simetria de reflexão, o que caracteriza o grupo de simetrias do quadrado. No GeoGebra, as ferramentas de rotação e reflexão permitem construir a cruz a partir de um único braço, explicitando que a figura completa decorre de transformações isométricas aplicadas a um elemento gerador.

Figura 3 – Representação geométrica da Cruz de Malta e de suas simetrias de rotação e reflexão.

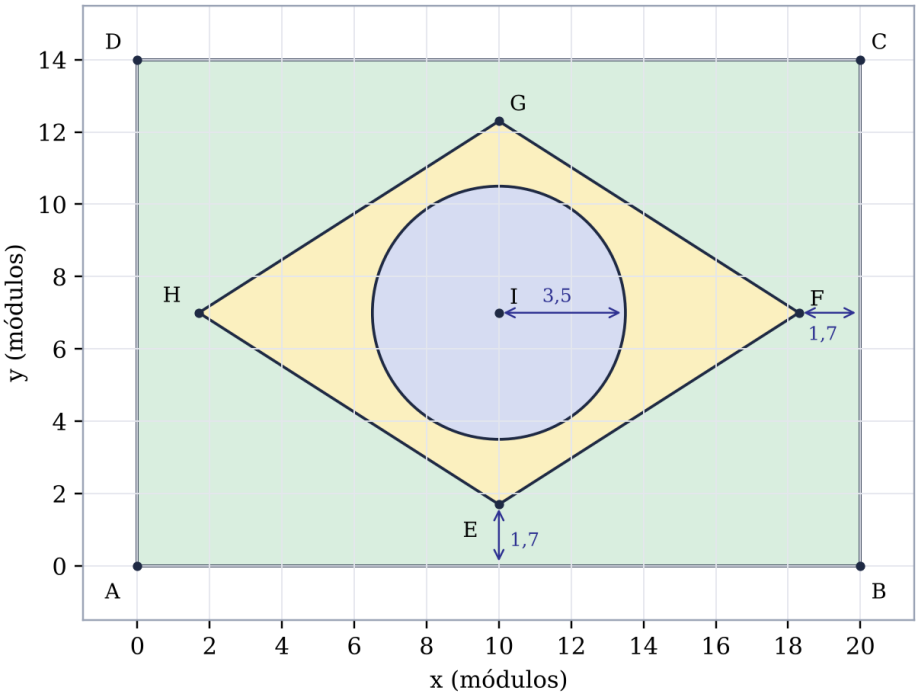


Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Bandeira do Brasil: proporção, coordenadas, homotetia e volume

A Lei nº 5.700/1971 estabelece, em seu art. 5º, que as dimensões da Bandeira Nacional são calculadas a partir da largura dividida em 14 partes iguais, cada uma denominada módulo (M); o comprimento é de 20 M; os vértices do losango amarelo distam 1,7 M do quadro externo; e o círculo azul tem raio de 3,5 M (Brasil, 1971b). Essas especificações permitem representar a bandeira no plano cartesiano, tomando o módulo como unidade (Figura 3), e calcular as medidas apresentadas na Tabela 1.

Figura 4 – Esquema geométrico da Bandeira Nacional no plano cartesiano, em módulos



Fonte: Elaborada pelos autores (2026), com base em Brasil (1971a, art. 5º).

Tabela 1 – Medidas dos elementos geométricos da Bandeira Nacional, em módulos (M)

Elemento	Perímetro ou comprimento (M)	Área (M^2)	Fração da área do retângulo (%)
Retângulo (20 × 14)	68,00	280,00	100,0
Losango (diagonais 16,6 e 10,6)	39,39	87,98	31,4
Círculo (raio 3,5)	21,99	38,48	13,7

Fonte: elaborada pelos autores (2026), a partir de Brasil (1971a, art. 5º).
Nota: valores arredondados a duas casas decimais; o lado do losango é obtido pela Equação 10.

Os valores da Tabela 1 decorrem diretamente da norma. As diagonais maior (D) e menor (d) do losango são

$$D = 16{,}6\,M; \qquad d = 10{,}6\,M \tag{8}$$

Sua área A_L é o semiproduto das diagonais, e seu lado ℓ_L é obtido pelo teorema de Pitágoras aplicado a um dos quatro triângulos retângulos determinados pelas diagonais, de catetos 8,3 M e 5,3 M:

$$A_L = 87{,}98\,M^2 \tag{9}$$

$$\ell_L \approx 9{,}85\,M \tag{10}$$

A atividade permite discutir uma propriedade estrutural: como todas as medidas são definidas em função do módulo, bandeiras de tamanhos diferentes são figuras homotéticas. Se o módulo for multiplicado por um fator k, cada comprimento ℓ e cada área A da figura transformam-se em

$$\ell' = k\ell; \qquad A' = k^2 A \tag{11}$$

de modo que as frações apresentadas na última coluna da Tabela 1 permanecem constantes.

Essa propriedade orienta a construção no GeoGebra (Apêndice B). Se os vértices forem definidos por coordenadas numéricas fixas, eles serão pontos livres, e o arrastar deformará a figura, rompendo as proporções da norma. A construção adequada utiliza um controle deslizante M e define os vértices em função dele, por exemplo B = (20M, 0) e C = (20M, 14M); ao variar M, a bandeira se amplia ou se reduz preservando todas as razões. Na janela 3D, a extrusão com altura 5 M produz os seguintes volumes:

$$\begin{aligned} V_R &= 1\,400\,M^3, \\ V_L &= 439{,}9\,M^3, \\ V_C &\approx 192{,}42\,M^3. \end{aligned} \tag{12}$$

em que V_R, V_L e V_C correspondem, respectivamente, ao prisma de base retangular, ao prisma de base losangular e ao cilindro.

Bandeira do Piauí: divisão de segmentos e o pentagrama

A bandeira do Piauí foi instituída pela Lei estadual nº 1.050/1922 e alterada pela Lei nº 5.507/2005, que acrescentou a inscrição 13 DE MARÇO DE 1823, data da Batalha do Jenipapo (Piauí, 1922, 2005). Sua composição em treze listras horizontais alternadas, verdes e amarelas, de mesma largura, com um retângulo azul contendo uma estrela branca de cinco pontas, sugere duas construções clássicas. A primeira é a divisão de um segmento em treze partes iguais com régua e compasso, por meio de retas paralelas, aplicação do teorema de Tales. A segunda é a construção do pentágono regular e do pentagrama, possível com régua e compasso, como mostra Euclides (2009, livro IV). A contextualização histórica da data inscrita favorece o diálogo com a História regional e o reconhecimento de símbolos próximos da realidade dos estudantes piauienses. As proporções exatas da bandeira devem ser obtidas pelos estudantes na própria legislação estadual.

Emblemas de Rubem Valentim: simetria e composição de polígonos

As obras da série Emblemas, de Rubem Valentim, articulam formas geométricas a referências da cultura afro-brasileira. Seguindo a proposta de Ramos e Costa (2024), a análise dessas obras pode concentrar-se na identificação de eixos de simetria de reflexão, na classificação dos polígonos que compõem a figura, na decomposição e composição de áreas e no estudo de ampliações e reduções. Na oficina analógica, os estudantes podem reproduzir a estrutura de um emblema por dobradura e traçado de perpendiculares; no GeoGebra, a ferramenta de reflexão em relação a uma reta permite gerar a figura completa a partir de metade dela, e a extrusão converte os polígonos em prismas. O trabalho com essas obras atende à Lei nº 10.639/2003 sem reduzir a cultura afro-brasileira a pretexto para exercícios: a contextualização deve apresentar o artista, sua trajetória e os significados atribuídos aos emblemas, com apoio de fontes da história da arte.

Síntese e discussão

O Quadro 2 sintetiza a relação entre os símbolos, os conteúdos e as ferramentas mobilizadas.

Quadro 2 – Conteúdos geométricos mobilizados por símbolo e ferramenta

Símbolo	Conteúdos principais	Construção manual	Exploração no GeoGebra
Estrela de Davi	Divisão da circunferência; triângulo equilátero; hexágono regular; razão entre áreas ($\sqrt{3}/\pi$)	Integral, com régua não graduada e compasso	Polígono regular; arrastar o raio e observar a razão constante
Yin Yang	Arcos; equivalência de áreas; área e perímetro como grandezas independentes	Integral (mediatriz e semicircunferências)	Extrusão para cilindro; volume das metades
Cruz de Malta	Simetrias de rotação (90°) e de reflexão (quatro eixos)	Parcial; construções alternativas	Rotação e reflexão de um braço gerador
Bandeira do Brasil	Proporção; coordenadas; área do losango; homotetia	Retângulo, losango e círculo	Controle deslizante M; extrusão para prisma e cilindro
Bandeira do Piauí	Divisão de segmento (Tales); pentágono e pentagrama	Listras e estrela	Sequências de retas paralelas; polígono regular de 5 lados
Emblemas de Rubem Valentim	Reflexão; classificação de polígonos; composição de áreas; semelhança	Dobradura e perpendiculares	Reflexão em relação a reta; ampliação e redução

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A análise indica que os símbolos selecionados não funcionam como meras ilustrações: cada um deles exige a mobilização de propriedades específicas para ser construído e oferece pelo menos um resultado que pode ser justificado dedutivamente. Esse aspecto é relevante à luz do modelo de van Hiele (Van Hiele, 1986; Curi, 2021), pois as tarefas conduzem da identificação visual à análise de propriedades e à justificativa informal, como na explicação de por que os ângulos do hexagrama medem 60° ou de por que as metades do Yin Yang têm a mesma área.

A ordem papel–software adotada encontra apoio em Cans, Moser e Moretti (2024) e se mostra particularmente produtiva no caso da Bandeira Nacional: a construção manual evidencia as relações definidas pela norma, e a reconstrução com controle deslizante transforma essas relações em invariantes observáveis. O caso também ilustra um risco documentado na literatura sobre geometria dinâmica: construções que apenas reproduzem a aparência da figura, sem codificar suas relações, induzem conclusões equivocadas quando os objetos são arrastados (Borba; Penteado, 2007).

Na perspectiva da TO, a proposta cria condições para o labor conjunto, mas não o garante. O potencial das tarefas para que os estudantes se reconheçam em práticas matemáticas culturalmente situadas (Radford, 2021) depende da mediação do professor, da qualidade da contextualização e do tempo destinado à discussão coletiva. Da mesma forma, a articulação com a Lei nº 10.639/2003 depende de uma abordagem que valorize os conhecimentos de matriz africana e afro-brasileira em si mesmos, como defendem Santos e Carvalho (2025).

Duas limitações devem ser explicitadas. Primeiro, a proposta não foi aplicada no âmbito deste estudo; suas potencialidades decorrem da análise matemática e da fundamentação teórica, e não de evidências sobre a aprendizagem dos estudantes. Segundo, a seleção de símbolos exige mediação cuidadosa quanto à diversidade religiosa e ao direito de uso de imagens, o que pode demandar adaptações conforme o contexto escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo partiu da seguinte questão: de que modo símbolos histórico-culturais e cívicos podem ser mobilizados, por

meio de construções com régua e compasso e de explorações no GeoGebra, para abordar conceitos de geometria plana e espacial na Educação Básica? Para respondê-la, propôs-se e fundamentou-se uma sequência didática em quatro etapas (observar, contextualizar, desconstruir e construir) e analisou-se matematicamente cada símbolo que a compõe. A resposta construída ao longo do texto é que esses símbolos podem ser mobilizados como objetos de investigação geométrica, e não apenas como ilustrações, desde que sua construção exija a explicitação das propriedades que os sustentam e que sua contextualização histórica e cultural seja tratada com o mesmo rigor que o conteúdo matemático.

A primeira contribuição do estudo é de natureza matemática e didática. A análise mostrou que cada símbolo concentra um núcleo de conteúdos que pode ser explorado em diferentes níveis de profundidade: a Estrela de Davi conduz da divisão da circunferência à razão constante $\sqrt{3}/\pi$ entre áreas; o Yin Yang permite demonstrar que regiões de mesma área podem ter perímetro igual ao da circunferência inteira, o que confronta a intuição dos estudantes; a Bandeira Nacional, definida por lei em módulos, transforma uma especificação normativa em problema de proporção, homotetia e volume; a bandeira do Piauí, a Cruz de Malta e os emblemas de Rubem Valentim abrem caminho para o teorema de Tales, o pentágono regular e as transformações isométricas. Em todos os casos, há ao menos um resultado que pode ser justificado dedutivamente, o que favorece a passagem da visualização à análise e à dedução informal descrita no modelo de van Hiele.

A segunda contribuição é metodológica. A sequência estabelece uma ordem deliberada entre os instrumentos: a construção com régua não graduada e compasso precede a reconstrução no GeoGebra, e a extrusão na janela 3D funciona como ponte entre a figura plana e o sólido. Essa ordem permite que o software deixe de ser apenas um recurso de visualização e se torne um meio de testar se as relações construídas à mão foram de fato codificadas, como evidencia o caso da Bandeira Nacional, em que somente a construção baseada em um módulo variável preserva as proporções da norma ao ser manipulada.

A terceira contribuição é curricular e cultural. Ao reunir símbolos cívicos, símbolos de diferentes tradições e obras de um artista afro-brasileiro, a proposta oferece ao professor de Matemática um caminho concreto para dialogar com a Lei nº 10.639/2003 e com a História regional, área em que a disciplina ainda tem participação incipiente. Esse diálogo, contudo, só se efetiva quando os conhecimentos de matriz africana e afro-brasileira são apresentados em seus próprios contextos e significados, e não como pretexto para exercícios.

Os limites do estudo decorrem de sua natureza teórico-propositiva: a sequência não foi aplicada, e as potencialidades aqui discutidas resultam da análise matemática e da fundamentação teórica, não de evidências sobre a participação, a percepção, o desempenho ou a aprendizagem dos estudantes. Além disso, o trabalho com símbolos ligados a tradições religiosas exige mediação atenta à diversidade e à laicidade da escola pública.

Esses limites delineiam a agenda de continuidade. Recomenda-se, em primeiro lugar, a aplicação da sequência em turmas dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, com avaliação antes e depois, análise das produções dos estudantes segundo os níveis de van Hiele e uso de questionário de percepção validado, observados os procedimentos éticos. Recomenda-se, em segundo lugar, a validação prévia da proposta por professores de Matemática, que pode indicar ajustes de tempo, linguagem e progressão das tarefas. Por fim, sugere-se a inclusão da proposta em ações de formação continuada, uma vez que a familiaridade docente com as construções geométricas, com o GeoGebra e com a cultura afro-brasileira é condição para que a geometria volte a ocupar, na escola, o lugar que a literatura reivindica para ela.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento específico.

LICENÇA

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

REFERÊNCIAS

AMORIM, S. L. G.; REIS, F. S.; FERREIRA, N. S. Construindo uma pirâmide utilizando o GeoGebra 3D e a realidade aumentada no smartphone: uma proposta de mediação pedagógica para geometria espacial no ensino médio. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 13, n. 3, p. 155–168, 2024.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROSO, F. B. P.; ESMERALDO, N. F. A. Matemática no ENEM: um estudo dos conhecimentos geométricos no período de 2009 a 2024. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 21, p. 1–22, 2026. DOI: 10.5007/1981-1322.2026.e104851.

BORBA, Marcelo C.; PENTEADO, Miriam G. **Informática e educação matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BOYER, Carl B.; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012.

BRASIL. Decreto nº 19.890, de 18 de abril de 1931: Dispõe sobre a organização do ensino secundário. Rio de Janeiro, 1931.

BRASIL. Decreto-Lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942: Lei orgânica do ensino secundário. Rio de Janeiro, 1942.

BRASIL. Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2003.

BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971: Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1971.

BRASIL. Lei nº 5.700, de 1º de setembro de 1971: Dispõe sobre a forma e a apresentação dos Símbolos Nacionais, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 set. 1971.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 maio 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CANS, A.; MORETTI, M. T. Construção e desconstrução geométrica: gestos intelectuais fundamentais para a aprendizagem da geometria. **REMATEC: Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, v. 19, n. 48, e2024004, 2024. DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024004.id591.

CANS, A.; MOSER, A.; MORETTI, M. T. Construções geométricas: referências históricas de um saber fundamental à aprendizagem da geometria. **Educação Matemática em Foco**, v. 12, n. 2-3, 2024. DOI: 10.29327/252910.12.2-3.

COSTA, E. **Analisando algumas potencialidades pedagógicas da história da matemática no ensino e aprendizagem da disciplina desenho geométrico por meio da teoria fundamentada**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

CURI, E. Algumas reflexões sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico no currículo de matemática da cidade de São Paulo. **Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 12, n. 3, 2021.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

EUCLIDES. **Os elementos**. Tradução: Irineu Bicudo. São Paulo: Ed. Unesp, 2009.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. 5. ed. Campinas: Ed. Unicamp, 2011.

LOPES, L. R. P.; MANRIQUE, A. L.; MACEDO, J. A. Alguns aspectos históricos da geometria e do desenho geométrico na formação de professores. **Revista Profissão Docente**, v. 21, n. 46, p. 1–17, 2021.

LORENZATO, Sergio. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista**, n. 4, p. 3–13, 1995.

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

MORETTI, M. T. Semiosfera do olhar: um espaço possível para a aprendizagem da geometria. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 2, p. 289–303, 2013.

NASCIMENTO, R. A. **O ensino do desenho na educação brasileira: apogeu e decadência de uma disciplina escolar**. 1994. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Marília.

OJEDA, C. A. A.; MIOLA, A. F. S. Ensino de geometria espacial por meio do GeoGebra: uma experiência envolvendo a relação de Euler. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 13, n. 2, p. 5–15, 2024. DOI: 10.23925/2237-9657.2024.v13i2p005-015.

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, v. 1, n. 1, p. 7–17, 1993.

PIAUÍ. Lei nº 1.050, de 24 de julho de 1922. Teresina, 1922.

PIAUÍ. Lei nº 5.507, de 17 de novembro de 2005. Teresina, 2005.

RADFORD, Luis. **The theory of objectification: a Vygotskian perspective on knowing and becoming in mathematics teaching and learning**. Leiden: Brill Sense, 2021.

RADFORD, Luis. Un recorrido a través de la teoría de la objetivación. *In:* GOBARA, S. T.; RADFORD, L. (ed.). **Teoria da objetivação: fundamentos e aplicações para o ensino e aprendizagem de ciências e matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2020. p. 15–42.

RAMOS, R. J. F.; COSTA, C. S. **Geometria artística: a cultura afro-brasileira em questão**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2024. Produto educacional (Mestrado Profissional em Prática de Educação Básica).

ROQUE, Tatiana. **História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, J. A. S.; CARVALHO, J. I. F. Lei n. 10.639/2003 e a educação matemática antirracista. **Educação por Escrito**, v. 16, n. 1, p. 1–13, 2025. DOI: 10.15448/2179-8435.2025.1.45347.

SECO, A. P.; AMARAL, T. C. I. Marquês de Pombal e a reforma educacional brasileira. **HISTEDBR: História, Sociedade e Educação no Brasil**, n. 22, p. 12–25, 2006.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VALENTE, Wagner Rodrigues. **Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930)**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1999.

VAN HIELE, Pierre M. **Structure and insight: a theory of mathematics education**. Orlando: Academic Press, 1986.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE CONSTRUÇÃO DA ESTRELA DE DAVI COM RÉGUA NÃO GRADUADA E COMPASSO

Público-alvo: anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Objetivos: construir a divisão da circunferência em seis partes iguais; identificar triângulos equiláteros e o hexágono regular; distinguir verificação por medida de justificativa geométrica; discutir a origem histórica e cultural do símbolo.

Materiais: folha A4, lápis, régua não graduada, compasso e transferidor (este apenas para a verificação final).

Procedimento:

1. Marque um ponto O no centro da folha.
2. Com abertura do compasso entre 5 cm e 7 cm, trace uma circunferência de centro O. Não altere a abertura até o final da construção.
3. Com a régua, trace uma reta que passe por O e corte a circunferência em dois pontos. Chame o ponto superior de V1 e o inferior de V6.
4. Com a ponta seca em V6, trace um arco que passe por O. Ele cortará a circunferência em dois pontos: V2 (à esquerda) e V3 (à direita).
5. Com a ponta seca em V1, trace um arco que passe por O. Ele cortará a circunferência em V4 (à esquerda) e V5 (à direita).
6. Ligue V1, V2 e V3 para obter o primeiro triângulo; ligue V6, V4 e V5 para obter o segundo.
7. Meça os ângulos internos com o transferidor e compare os valores com o esperado.
8. Justifique: os seis pontos dividem a circunferência em arcos de 60°. Por que, então, cada ângulo interno dos triângulos mede 60°? Que polígono se forma no centro da estrela e por que ele é regular?

APÊNDICE B – ROTEIRO DE CONSTRUÇÃO DA BANDEIRA DO BRASIL NO GEOGEBRA

Público-alvo: anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Objetivos: representar no plano cartesiano as especificações da Lei nº 5.700/1971; calcular perímetros e áreas; compreender a homotetia; relacionar área e volume por meio da extrusão.

Ferramenta: GeoGebra (versão web ou aplicativo), com Janela de Álgebra, Janela de Visualização e Janela de Visualização 3D.

Procedimento:

1. Crie um controle deslizante M, com valores de 0,5 a 3 e incremento 0,1. Ele representa o módulo.
2. Na barra de entrada, digite A = (0, 0), B = (20M, 0), C = (20M, 14M) e D = (0, 14M). Use a ferramenta Polígono para formar o retângulo ABCD e pinte-o de verde.
3. Digite os vértices do losango, que distam 1,7 módulo das bordas: E = (10M, 1.7M), F = (18.3M, 7M), G = (10M, 12.3M) e H = (1.7M, 7M). Forme o polígono EFGH e pinte-o de amarelo.
4. Digite I = (10M, 7M) e use a ferramenta Círculo dados Centro e Raio, com raio 3.5M. Pinte-o de azul.
5. Com M = 1, registre os perímetros e as áreas exibidos na Janela de Álgebra e compare-os com os valores esperados: retângulo, 68 e 280; losango, aproximadamente 39,39 e 87,98; círculo, aproximadamente 21,99 e 38,48.
6. Movimente o controle deslizante. O que acontece com as medidas lineares? E com as áreas? Calcule a razão entre a área do losango e a do retângulo para diferentes valores de M e explique por que ela permanece constante.
7. Teste: o que aconteceria se os vértices tivessem sido digitados com coordenadas fixas, como B = (20, 0), e você arrastasse um deles?
8. Abra a Janela de Visualização 3D. Aplique Extrusão para Prisma ao retângulo e ao losango e Extrusão para Cilindro ao círculo, com altura 5. Com M = 1, compare os volumes obtidos com os valores esperados: 1 400; 439,9; e aproximadamente 192,42.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO PARA APLICAÇÃO FUTURA

Instrumento proposto para avaliação empírica da sequência. Recomenda-se pré-teste com estudantes de perfil semelhante ao do público-alvo antes da aplicação. Para cada afirmação, o estudante assinala: (1) discordo totalmente; (2) discordo; (3) não concordo nem discordo; (4) concordo; (5) concordo totalmente.

1. Conhecer a história dos símbolos me ajudou a identificar as figuras geométricas presentes neles.
2. A história dos símbolos não fez diferença para eu compreender os conteúdos de geometria.
3. Construir figuras apenas com régua sem marcações e compasso me ajudou a entender por que as construções funcionam.
4. As construções com régua e compasso foram difíceis de acompanhar.
5. Fazer a construção no papel antes me ajudou a entender os comandos usados no GeoGebra.
6. Transformar figuras planas em sólidos no GeoGebra me ajudou a distinguir área de volume.
7. Percebi relações entre a geometria e obras de artistas afro-brasileiros.
8. Preferiria ter estudado esses conteúdos apenas com explicações no quadro e exercícios.
9. Durante as atividades, participei da discussão das construções com os colegas.
10. Em poucas palavras, o que você mais aprendeu e o que mudaria nessas atividades? (resposta aberta)

© 2026 Author(s). Published by the Theorema Infinitum Journal. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, distribution and reproduction, provided the original work is properly cited.