



MODELAGEM MATEMÁTICA

VARINHAS de
MOSQUEIRO



THIAGO DIOGO DIAS **CARDOSO**
ROBERTO PAULO BIBAS **FIALHO**
FÁBIO JOSÉ DA **COSTA ALVES**

Belém-PA
Julho de 2024.



CARDOSO, Thiago Diogo Dias; FIALHO, Roberto Paulo Bibas; ALVES, Fábio José da Costa. Modelagem Matemática: Varinhas de Mosqueiro. Produto Educacional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará (PPGEM/UEPA), 2024.

ISBN: 978-65-84998-97-1

Ensino de Matemática. Modelagem. Varinhas.

Apresentação:

Este manual apresenta um estudo detalhado sobre a arte tradicional e a matemática por trás das varinhas de bambu produzidas na Ilha de Mosqueiro, um trabalho artesanal que conecta cultura, criatividade e ciência.

No primeiro capítulo, exploramos a importância cultural e histórica do artesanato de varinhas de bambu na comunidade de Mosqueiro. Essas varinhas, utilizadas principalmente na pesca e em atividades recreativas, representam a conexão entre os saberes populares e as práticas locais, transmitidos de geração em geração.

Em seguida, no segundo capítulo, adentramos o processo de produção e customização das varinhas. Detalhamos as técnicas artesanais utilizadas, desde a escolha do bambu até os métodos de personalização que fazem com que cada peça seja única. A precisão na fabricação e os cuidados durante o acabamento refletem o esmero dos artesãos e a adaptação às necessidades específicas dos usuários.

O terceiro capítulo apresenta uma abordagem inovadora ao trazer a matemática para o universo do artesanato. Utilizamos conceitos de modelagem matemática para analisar as propriedades geométricas e físicas das varinhas de bambu, como seu comprimento ideal, flexibilidade e resistência. A matemática serve como uma ferramenta para otimizar a funcionalidade dessas varinhas, estabelecendo uma relação entre arte e ciência.

Este manual foi elaborado com o intuito de unir tradição, arte e ciência, criando uma ponte entre o conhecimento ancestral e a modernidade, e contribuindo para uma visão holística do ensino e aprendizado.

Sumário

1. O ARTESANATO DAS VARINHAS DE BAMBU EM MOSQUEIRO	5
2. PRODUÇÃO E CUSTOMIZAÇÃO DAS VARINHAS	7
3. UMA MODELAGEM MATEMÁTICA DA VARINHA DE MOSQUEIRO	14
CONSIDERAÇÕES	22
OS AUTORES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. O ARTESANATO DAS VARINHAS DE BAMBU EM MOSQUEIRO

A ilha de Mosqueiro, situada na vasta baía do Marajó, destaca-se não apenas pela sua beleza natural, mas também pela rica cultura que permeia suas comunidades. Entre as manifestações culturais que se sobressaem, o artesanato em bambu, especialmente na forma de varinhas, se revela como uma expressão significativa da identidade local e da herança cultural dos seus habitantes.

A prática de trabalhar com arbusto em Mosqueiro é um traço cultural profundo, que, segundo Souza (2012), remonta a séculos de conhecimento sobre os recursos naturais disponíveis na região. As varinhas, frequentemente adornadas com motivos que refletem a riqueza da fauna e flora locais, tornam-se autênticas representações da visão de mundo dos povos que as fabricam, estabelecendo um elo entre tradição e natureza.

Além da sua beleza estética, as varinhas de Mosqueiro são carregadas de significados. Souza (2012) enfatiza que cada varinha é, na verdade, um relato visual das práticas e crenças culturais, ilustrando a conexão intrínseca entre o ato de criar arte e a identidade de um povo. Os desenhos e símbolos, que frequentemente têm raízes afro-indígenas.

Figura 1 – Modelos de varinhas com bordados de figuras geométricas



Fonte: Souza (2012).

Souza (2012, 2020) explora detalhadamente a arte dos bordados, descrevendo com precisão os padrões geométricos e as técnicas empregadas pelas artesãs na confecção das varinhas. O autor (2012) também ressalta as diferenças sutis entre as varinhas produzidas em Soure, no Marajó (PA), e em Mosqueiro, Belém (PA), mostrando

como essas variações enriquecem ainda mais a diversidade artística e a singularidade cultural das chamadas varinhas do amor. Essa distinção não apenas valoriza a originalidade da produção artesanal, mas também reforça o papel da tradição na preservação da identidade local.

Figura 2 – À esquerda, as duas primeiras imagens são varinhas produzidas em Soure e à direita, última imagem, são varinhas produzidas em Mosqueiro.



Fonte: Souza (2012).

Cabe destacar a hegemonia feminina na produção da arte das varinhas. As mulheres que dedicam suas vidas à confecção dessas varinhas são as portadoras de um legado que, ao longo dos anos, tem sido essencial para a manutenção da cultura local. Conforme apontado por Souza (2012), o processo criativo vai muito além da habilidade manual; trata-se de uma prática reflexiva, impregnada de memórias e de uma relação íntima com o meio ambiente. As artesãs, ao moldar os arbustos (varinha), não apenas produzem objetos, mas recontam histórias de pertencimento e resistência.

As varinhas também têm um papel econômico fundamental na vida de muitas famílias em Mosqueiro. Souza (2012) menciona, a partir de relatos, que a venda dessas peças como souvenirs para turistas tem contribuído para a subsistência das comunidades locais, além de promover a valorização do saber artesanal. Contudo, essa expansão no mercado traz desafios, como a urbanização e as mudanças climáticas, que podem impactar o acesso aos insumos necessários para essa produção.

O futuro do artesanato das varinhas na ilha depende, portanto, de ações que garantam a proteção desse patrimônio cultural.

Embora viva a tradição, como já foi esclarecido, dificilmente o fenômeno das varinhas bordadas alcance relevo sem uma intervenção direta do poder público. Dessa forma, em 1998, mais de vinte anos após o auge da produção de varinhas, a Coordenadoria de Arte educação da Prefeitura de Belém implanta o projeto “A Produção Cultural das Ilhas: Primeiros Registros” onde os artesãos são incentivados a desenvolver trabalhos nas comunidades, preservando sua memória cultural. Esse projeto contemplou as populações ribeirinhas e, no caso de

Para assegurar que as varinhas de bambu continuem a ser um símbolo de identidade e sustento, é crucial promover a conscientização sobre seu valor cultural e a utilização responsável dos recursos naturais.

Assim, as varinhas de bambu de Mosqueiro transcendem a categoria de meros objetos decorativos; elas são emblemas da cultura local e testemunhos da capacidade humana de criar beleza em harmonia com a natureza. Ao apreciar essas obras, somos convidados a refletir sobre a interconexão entre arte, identidade e meio ambiente. Através do artesanato em bambu, as comunidades de Mosqueiro reafirmam sua presença no mundo contemporâneo, celebrando suas raízes e caminhando em direção a um futuro que preserve o equilíbrio entre tradição e inovação, garantindo que esse legado cultural persista para as próximas gerações.

Figura 3 – Varinhas bordadas com a frase “Lembrança de Mosqueiro”.



Fonte: Souza (2012).

Dessa forma, as varinhas de bambu não apenas expressam a habilidade artesanal para servir de simples lembranças decorativas, mas também narram a resistência e a resiliência de um povo, formando um vínculo duradouro com sua história e com a terra que habitam.

2. PRODUÇÃO E CUSTOMIZAÇÃO DAS VARINHAS

A produção das varinhas bordadas é um processo artesanal que envolve a retirada da casca de varas verdes, onde as bordadeiras desenham figuras geométricas. As gravuras são compostas por padrões que utilizam elementos como o ponto, a linha, o plano e o

volume, sendo que as linhas criam planos bidimensionais que, embora sem profundidade, geram a ilusão de volume.

O suporte físico utilizado, conhecido como "varinha", é tradicionalmente confeccionado a partir de galhos de espécies nativas como Santa Clara, Taquari e Canela-de-Vidro. Essas varinhas, que se apresentam como pedaços de madeira de formato retilíneo, têm um diâmetro médio que varia entre 0,7 cm e 3,0 cm (Souza, 2012). As figuras geométricas intrincadamente bordadas nas varinhas são determinadas pelo artista, e essas peças possuem uma extensão média de 1,0 m. A escolha dos desenhos e a elaboração das figuras são aspectos importantes que refletem a habilidade e criatividade dos artesãos.

O processo de produção inicia-se com a coleta da matéria-prima diretamente da natureza. As bordadeiras retiram cuidadosamente apenas ramificações ou segmentos de ramos, sem a necessidade de derrubar a árvore completa. Esse método sustentável permite que a árvore continue a crescer e produzir novas ramificações. Após o corte, o vegetal libera um líquido que deve ser eliminado antes que a varinha possa ser utilizada. A secagem do ramo é um estágio crucial, e a produção só se inicia quando a varinha atinge um estado seco, o que pode levar de 1 a 3 dias, garantindo assim a qualidade e durabilidade do material.

Durante a execução de um itinerário formativo para alunos do ensino médio em uma escola situada em Mosqueiro, tivemos a valiosa oportunidade de colaborar no desenvolvimento do projeto "Bioculturalidade em Mosqueiro: Valorização dos Saberes Tradicionais como Forma de Enfrentamento às Mudanças Climáticas", promovido pelos professores da área de ciências da natureza da escola. Este projeto proporcionou uma experiência enriquecedora para os alunos, que puderam vivenciar de perto a história, a produção e a cultura associadas às varinhas do amor na comunidade ribeirinha de Caruaru, em Mosqueiro. Durante a atividade, abordamos conceitos de etnomatemática e modelagem matemática, explorando como esses conhecimentos são aplicados no contexto da confecção das varinhas. Essa experiência permitiu aos alunos entenderem a interseção entre matemática e práticas culturais tradicionais, reforçando a importância de valorizar e preservar o conhecimento local enquanto enfrentamos os desafios das mudanças climáticas.

Figura 4 – Explicação da etnomatemática e modelagem matemática na confecção das varinhas pelo autor



Fonte: captura de tela de um filme reproduzido pelo Centro de Estudos Professor Manoel Leite em rede social (2024)¹.

Na mesma oportunidade, durante uma oficina conduzida por uma das talentosas artesãs da comunidade, tivemos a chance de vivenciar cada etapa do processo de produção das varinhas do amor. Desde a extração cuidadosa dos galhos até a minuciosa confecção dos bordados, a experiência nos proporcionou um profundo entendimento das técnicas tradicionais e da habilidade envolvida em cada fase do trabalho. Essa imersão prática não só enriqueceu nosso conhecimento sobre a produção artesanal, mas também nos permitiu apreciar a dedicação e o cuidado que caracterizam essa arte singular.

Figura 5 – Etapa da extração realizada por uma bordadeira das varinhas do amor.



Fonte: acervo do autor (2024).

¹ Disponível em: <<https://www.instagram.com/reel/C76ro6zgAFj/?igsh=bnJ1czBxNzA1ZGc3>>. Acesso em 1º jul de 2024.

Durante a oficina, a bordadeira explicou aos alunos cada etapa do processo de confecção dos bordados nas varinhas. Primeiro, com a vara verde, ela marcava a extremidade de onde seria retirada a casca. Após a retirada da casca, a bordadeira começava a criar a primeira figura.

Os desenhos da figura "círculo" ou "rodinha" eram riscados horizontalmente com uma lâmina. Após finalizar a primeira figura, a bordadeira riscava e retirava a casca da figura seguinte, chamada "quadrado" ou "xadrez", são as figuras mais antigas e tradicionais feitas nas varinhas. A construção da figura "quadrado" ou "xadrez" era rápida, e a figura "rodinha" reaparecia como um elemento separador entre os desenhos.

Figura 6 – Mosaico com as imagens das seqüências do processo de confecção dos bordados nas varinhas



Fonte: Adaptado de Souza (2012).

Souza (2012) descreve detalhadamente a seqüência de confecção dos bordados, destacando as técnicas herdadas de suas antecessoras, que incorporam geometrismos históricos. A continuidade dessa tradição cultural está fortemente vinculada à comercialização, que atua como principal estímulo para a sua perpetuação. Dessa forma, as bordadeiras, sob encomenda, produzem desde desenhos simples até os mais complexos, mantendo viva a prática e adaptando-se às demandas do mercado.

A parte estética das varinhas aborda o grafismo destacando a relevância cultural e estética dos geometrismos presentes nos bordados e na produção artística da região. A tradição desses grafismos é associada às práticas artísticas, que conectam as bordadeiras às suas comunidades. Não há estudos suficientes para demonstrar a motivação dos artesanatos amazônicos decorativos que remetem a figuras geométricas e naturalistas, mas pela passagem de tradições, os desenhos “mais fáceis” e tradicionais atravessaram gerações na produção das varinhas.





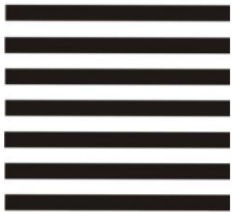


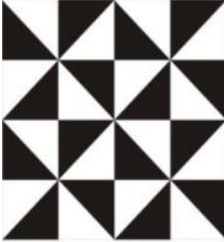


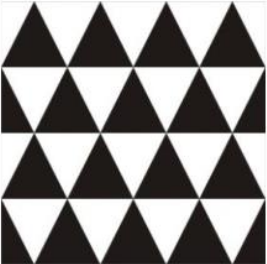

Figura 7 – Detalhes de modelos geométricos nas varinhas

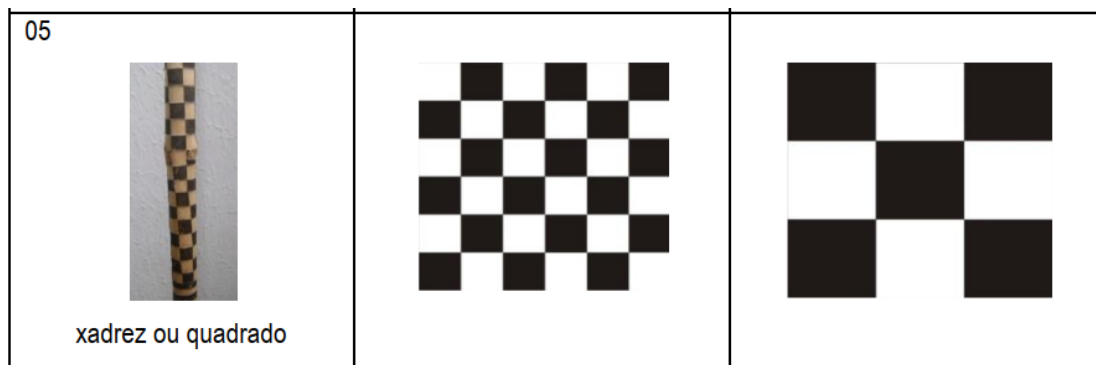


Adaptado de Souza (2012).

Souza (2012) analisa diversos exemplos de padrões e unidades decorativas geometrizzantes presentes nas varinhas da comunidade do Caruaru, em Mosqueiro, destacando a predominância de figuras geométricas, especialmente as formadas por linhas retas. Essas gravuras seguem um padrão estilístico que remete às tradições ancestrais da região, conectando a arte contemporânea à herança cultural marajoara. O estudo examina como esses padrões decorativos mantêm vivas as tradições artísticas locais, ao mesmo tempo que refletem a importância dos grafismos na identidade estética da comunidade.

Figura 8 – Exemplos de padrões de desenhos geométricos bordados nas varinhas

DESENHO DO BORDADO E APELIDO	PADRÃO DECORATIVO	ELEMENTO UNITÁRIO OU UNIDADE DECORATIVA
01  cobrinha		
02  rodinha ou círculo		
03  flor		
04  biquinho ou dente de serrote		



Fonte: Adaptado de Souza (2012).

É perceptível notar que o desenho básico na produção das varinhas são as linhas, seguidas por triângulos, quadrados e suas junções. A partir desses desenhos, assim como outros mais elaborados, criando padrões geométricos com a combinação das figuras mais simples.

As varinhas de bambu de Mosqueiro, decoradas com padrões geométricos intrincados, exemplificam a aplicação de propriedades matemáticas em duas dimensões sobre superfícies curvas. As figuras bordadas, como quadrados, triângulos e círculos, são desenhadas de maneira que aparentam criar planos bidimensionais ao longo do corpo cilíndrico da varinha. Embora não haja profundidade real nos desenhos, a disposição precisa das linhas gera a ilusão de volume, proporcionando uma perspectiva tridimensional. Essa técnica de planificação da superfície curva desafia a percepção espacial e demonstra a habilidade das bordadeiras em representar formas geométricas planas em um objeto tridimensional.

Além das formas geométricas, o estudo do diâmetro e do volume das varinhas também revela aspectos importantes do processo de produção artesanal. Com um diâmetro que varia de 0,7 cm a 3,0 cm e um comprimento médio de 1,0 m, as varinhas possuem um formato cilíndrico que facilita o trabalho de bordado. O volume aproximado de uma varinha pode ser calculado a partir da fórmula do cilindro, $V = \pi \times r^2 \times h$, onde r é o raio da varinha e h é o seu comprimento.

O cálculo do volume não é necessário quando o foco está apenas na superfície das varinhas, onde os desenhos são feitos. As varinhas são decoradas com padrões geométricos em sua superfície, e o que interessa nesse caso são as dimensões externas, como o diâmetro da varinha e o comprimento, para que se saiba o espaço disponível para os bordados e figuras.

Quando falamos de calcular o volume, isso normalmente seria útil se estivéssemos lidando com a quantidade de material para fabricar ou esculpir as varinhas (como calcular a madeira usada ou seu espaço interno). No entanto, como o processo envolve apenas bordar ou gravar a superfície, o volume não é uma preocupação direta. O que realmente importa aqui são as propriedades bidimensionais da superfície externa, ou seja, o comprimento e a circunferência, para determinar o espaço disponível para os padrões geométricos.

Portanto, o foco está na planificação da superfície da varinha para facilitar a aplicação dos desenhos e na medida do diâmetro para ajustar o tamanho das figuras geométricas.

3. UMA MODELAGEM MATEMÁTICA DA VARINHA DE MOSQUEIRO

A modelagem matemática é uma abordagem pedagógica que visa conectar o conhecimento matemático a situações do mundo real, permitindo que os estudantes compreendam como a Matemática pode ser aplicada para resolver problemas práticos e interpretar fenômenos. Ao usar a modelagem, os alunos são desafiados a formular hipóteses, criar representações matemáticas e testar soluções em contextos que fazem parte de sua realidade cotidiana. Esse processo não apenas reforça o conteúdo matemático, mas também desenvolve habilidades de pensamento crítico, criatividade e tomada de decisão. No âmbito educacional, conforme descrito pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a modelagem matemática é uma estratégia eficaz para integrar conteúdos e práticas, facilitando a construção de conhecimento significativo e interdisciplinar. Além disso, ao abordar problemas concretos, como a análise de padrões geométricos no artesanato, a modelagem promove o desenvolvimento de competências essenciais, preparando os alunos para enfrentar desafios de maneira autônoma e criativa.

Há algumas competências e habilidades da BNCC que podem ser desenvolvidas nas aulas de Matemática ao utilizar as varinhas como recurso didático. Na competência 3, de Matemática para o Ensino Médio:

Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente. (Brasil, 2018, p. 531).

Na competência 5, do mesmo documento, é descrito que:

Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas. (Brasil, 2018, p. 540).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), o ensino de Geometria deve incentivar o aluno a explorar e identificar formas geométricas no ambiente, além de desenvolver habilidades de visualização e análise. A atividade proposta se alinha a essa perspectiva, ao desafiar os estudantes a identificar figuras geométricas planas, como triângulos, quadrados, losangos e círculos, nos padrões decorativos das varinhas de bambu. O estudo dessas formas na superfície da varinha envolve o conceito de geometria plana e transforma o conteúdo em uma experiência lúdica e visual, estimulando o aprendizado por meio da observação direta e da exploração de padrões.

A atividade proposta também dialoga com o conceito de modelagem matemática, que é enfatizado tanto pela BNCC quanto pela Matriz do ENEM. A ideia de matematização surge quando os alunos são convidados a analisar os padrões decorativos das varinhas e construir explicações matemáticas para sua formação. Essa abordagem promove a capacidade de abstrair e generalizar, habilidades fundamentais para a resolução de problemas, não apenas no campo da geometria, mas também em outras áreas da Matemática. Ao relacionar as figuras geométricas com a disposição dos desenhos nas varinhas, os alunos praticam o reconhecimento de regularidades e simetrias, como a repetição de padrões e a organização espacial, explorando conceitos como translação, reflexão e rotação.

A Matriz de Referência do ENEM também destaca a importância de relacionar conteúdos matemáticos com situações-problema que envolvem arte e cultura.

Competência de área 2 - Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela.

H6 - Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional.

H7 - Identificar características de figuras planas ou espaciais.

H8 - Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma.

H9 - Utilizar conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano.

(Brasil, 2009, p. 5).

A análise dos padrões geométricos nas varinhas permite ao estudante desenvolver habilidades como a de reconhecer e aplicar conceitos geométricos em situações reais, o que contribui para a compreensão das representações matemáticas no ambiente cotidiano. Além disso, ao promover a investigação sobre como os padrões geométricos são compostos e a aplicação de conceitos como simetria, perímetro e área, a atividade incentiva

a resolução de problemas de forma crítica e criativa, competências essenciais para o ENEM.

Assim, a modelagem matemática das varinhas não apenas incentiva o desenvolvimento de habilidades geométricas, mas também promove uma aprendizagem interdisciplinar e contextualizada, ao integrar cultura e Matemática, além de outras áreas de conhecimento. Pôr os alunos em uma situação real de problematização, essa atividade permite que os estudantes percebam como a Matemática está presente nas expressões culturais e no cotidiano, alinhando-se aos princípios da BNCC, dos PCNs e da Matriz do ENEM.

Com isso, propomos uma lista de atividades que podem ser adaptadas e ser exemplos para formulação de outras situações-problema envolvendo as varinhas. Observe o quadro de questões a seguir:

Quadro 1 – Questões organizadas pela classificação da modelagem

Questão	Descrição	Modelo
Q1	Suponha que o artesão deseja criar um padrão decorativo repetido ao longo da varinha usando triângulos equiláteros. Cada triângulo deve ter lados de 5 cm. Quantos triângulos você pode desenhar em uma varinha de 1 metro de comprimento? Teste a hipótese de que aumentar ou diminuir o tamanho dos triângulos afetaria o equilíbrio estético da varinha. O que você conclui?	Formação dos Padrões
Q2	Considere que a decoração da varinha segue um padrão simétrico com quadrados e retângulos. Se o artesão aumentar a proporção dos retângulos em relação aos quadrados, como isso impactaria a simetria e a estética da varinha? Teste diferentes proporções (1:1, 1:2, 1:3) e avalie qual delas resulta no padrão mais equilibrado visualmente.	Proporção e Simetria
Q3	Se um artesão deseja minimizar o uso de tinta ao decorar uma varinha, como ele poderia organizar os padrões geométricos (círculos e triângulos) de maneira a cobrir mais superfície com menos tinta? Formule uma hipótese sobre o padrão mais eficiente, teste-a calculando as áreas cobertas pelos diferentes padrões e compare os resultados.	Eficiência no Uso de Material

Q4	O artesão usa círculos para decorar a varinha, espaçando-os igualmente ao longo de seu comprimento. Suponha que você crie a hipótese de que aumentar o espaçamento entre os círculos melhora a aparência geral da varinha. Calcule como diferentes espaçamentos afetam a quantidade de círculos que podem ser usados em uma varinha de 1 metro de comprimento. Avalie o impacto visual dessa mudança.	Teste de Regularidade dos Padrões
Q5	O artesão usa losangos para criar padrões angulares na varinha. Suponha que a hipótese é que alterar os ângulos internos dos losangos (por exemplo, passando de 45° para 60°) modificaria significativamente o design final. Teste essa hipótese calculando as áreas dos losangos com diferentes ângulos e avaliando como a mudança afeta o visual das varinhas.	Alteração de Ângulos
Q6	Suponha que os padrões geométricos esculpidos nas varinhas podem influenciar a resistência do bambu. Se o artesão esculpir hexágonos ao longo da superfície, como isso afetaria a estrutura da varinha? Teste essa hipótese considerando que a remoção de material pode enfraquecer a varinha. Avalie se há um número máximo de hexágonos que podem ser esculpidos sem comprometer a resistência.	Avaliação de Volume e Resistência:
Q7	O artesão deseja adicionar círculos de diferentes tamanhos ao longo da varinha. Suponha que o tamanho dos círculos influencie a empunhadura e o manuseio da varinha. Teste a hipótese de que círculos menores em uma área específica (como a parte central) aumentam a funcionalidade da varinha, comparando diferentes distribuições de tamanhos.	Padrões Decorativos e Funcionalidade:
Q8	Suponha que o custo de produção das varinhas está relacionado ao número de figuras geométricas esculpidas. Teste a hipótese de que a substituição de figuras mais complexas (como hexágonos) por figuras mais simples (como triângulos) pode reduzir os custos. Compare os custos estimados com base na quantidade de figuras e tempo necessário para esculpir cada uma.	Padrões Geométricos e Custo de Produção:

Q9	Imagine que o artesão decide criar varinhas de tamanhos diferentes (50 cm, 1 metro, e 1,5 metros) usando o mesmo padrão decorativo de círculos e quadrados. Teste a hipótese de que a variação no tamanho da varinha impacta a proporção entre as figuras geométricas. Calcule como o padrão deve ser ajustado para manter a harmonia em cada tamanho de varinha.	Influência da Escala nas Varinhas
Q10	Um artesão propõe criar um padrão decorativo com figuras geométricas (triângulos, quadrados e círculos) distribuídas de maneira aleatória ao longo da varinha. Teste a hipótese de que a distribuição aleatória resulta em um padrão visualmente menos atraente do que uma distribuição simétrica. Compare as áreas e posições das figuras em diferentes distribuições e avalie qual delas resulta em um design mais equilibrado.	Equilíbrio Estético

Fonte: autor, 2024.

As propostas de questões apresentadas no Quadro 1 incentivam os alunos a formular hipóteses sobre as varinhas e seus padrões decorativos, testando essas hipóteses por meio de cálculos e reflexões geométricas. Elas também conduzem à avaliação dos resultados e da aplicabilidade prática no contexto real, que é um aspecto central da Modelagem Matemática. As situações-problema buscam incentivar os alunos a formularem e testar hipóteses, e avaliar como os resultados matemáticos encontrados se aplicam à criação das varinhas.

Com objetivo de auxiliar o professor na aplicação dessas tarefas após a análise e reflexão das questões do Quadro 1, a seguir estão as respostas esperadas que os alunos podem desenvolver após mediação do professor, conforme descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Respostas esperadas pelos alunos

Questão	Resposta Esperada	Hipótese	Conclusão
Q1	Para uma varinha de 1 metro (100 cm) e triângulos equiláteros com lados de 5 cm, a quantidade de triângulos será $\frac{100}{5} = 20$ triângulos	Aumentar o tamanho dos triângulos diminuiria a quantidade de	Um equilíbrio estético depende de manter uma proporção entre a área do triângulo e o

		<p>triângulos e poderia tornar o padrão mais espaçado, afetando a estética pela falta de densidade no design. Diminuir os triângulos aumentaria a quantidade, deixando o padrão mais denso, mas pode sobrecarregar visualmente a peça.</p>	<p>comprimento da varinha. Padrões muito grandes ou pequenos podem comprometer o visual.</p>
Q2	<p>Quando a proporção dos retângulos em relação aos quadrados é 1: 1, o padrão é mais simétrico e equilibrado. Ao testar 1:2 e 1:3:</p>	<p>Proporção 1:2: O padrão começa a perder equilíbrio visual, já que os retângulos predominam.</p> <p>Proporção 1:3: A assimetria fica ainda mais pronunciada, resultando em um padrão visualmente desequilibrado.</p>	<p>Uma proporção de 1:1 proporciona a simetria mais agradável. Aumentar a proporção dos retângulos pode comprometer a harmonia do design.</p>

Q3	Círculos cobrem mais área com menos perímetro comparado a triângulos, tornando-os mais eficientes no uso de tinta. Ao calcular as áreas, círculos oferecem uma maior cobertura superficial em comparação com triângulos de mesmo perímetro.	Padrões de círculos são mais eficientes do que padrões com triângulos.	Para minimizar o uso de tinta, é preferível usar círculos, pois sua área coberta é maior com uma quantidade menor de tinta.
Q4	Para uma varinha de 1 metro, se os círculos forem espaçados uniformemente, aumentando o espaçamento entre eles diminui a quantidade total de círculos. Por exemplo, com círculos de 5 cm de diâmetro e espaçamento de 1 cm entre eles, é possível desenhar $\frac{100}{6} \cong 16$ círculos. Ao aumentar o espaçamento para 2 cm, a quantidade de círculos diminui.	-	Aumentar o espaçamento reduz a densidade dos círculos, o que pode melhorar a estética, mas há um ponto em que o padrão pode parecer vazio.
Q5	Ao alterar os ângulos internos dos losangos de 45° para 60°, a área do losango aumenta ou diminui conforme a variação dos ângulos. Um losango com ângulos maiores tende a ter uma forma mais larga, o que altera a estética.	-	Alterar os ângulos dos losangos muda significativamente o design, pois losangos mais agudos parecem mais alongados, enquanto ângulos mais amplos resultam em losangos mais equilibrados.
Q6	A hipótese de que esculpir hexágonos pode enfraquecer a varinha é válida, pois a remoção	-	O número máximo de hexágonos esculpidos sem

	de material enfraquece a estrutura. Hexágonos grandes ou muitos hexágonos removem mais material, comprometendo a resistência.		comprometer a resistência depende do tamanho dos hexágonos. Um número excessivo de hexágonos compromete a integridade estrutural da varinha.
Q7	Ao testar a hipótese, círculos menores na parte central podem melhorar a empunhadura, já que deixam a superfície mais confortável para segurar. Círculos maiores na extremidade podem aumentar a aderência ao manuseio.	-	Círculos menores no centro e maiores nas extremidades parecem resultar em uma empunhadura mais funcional.
Q8	Figuras complexas como hexágonos demandam mais tempo para serem esculpidas, o que aumenta os custos. Substituir hexágonos por triângulos reduz o tempo e, portanto, os custos de produção.	-	Substituir figuras mais complexas por figuras mais simples, como triângulos, pode resultar em uma redução significativa de custos de produção.
Q9	Com diferentes tamanhos de varinhas (50 cm, 1 m e 1,5 m), a proporção entre círculos e quadrados precisa ser ajustada para manter a harmonia visual. Em uma varinha de 50 cm, os padrões devem ser menores para evitar sobrecarga. Em uma varinha de 1,5 m, padrões	-	A variação no tamanho da varinha impacta a proporção entre as figuras, sendo necessário ajustar o tamanho dos padrões para manter o equilíbrio estético.

	maiores são necessários para preencher a superfície adequadamente.		
Q10	Testando a hipótese, uma distribuição aleatória das figuras tende a parecer desorganizada e menos atraente visualmente, pois quebra a simetria natural que o olho humano percebe como equilibrada. Ao calcular as áreas e posições, a simetria proporciona uma estética mais agradável.	-	A distribuição simétrica dos padrões geométricos resulta em um design mais equilibrado e visualmente atraente do que uma distribuição aleatória.

Fonte: Autor, 2024.

CONSIDERAÇÕES

Assim sendo, espera-se que essas atividades de modelagem matemática ajudem professores e alunos a aplicarem conceitos geométricos de maneira prática, favorecendo uma aprendizagem ativa e contextualizada. A análise dos padrões geométricos nas varinhas não apenas desenvolve habilidades matemáticas, mas também conecta o conhecimento à cultura local, proporcionando uma experiência educacional enriquecedora e interdisciplinar.

Os autores



THIAGO DIOGO DIAS CARDOSO - É aluno do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará, na linha de pesquisa Metodologia para Ensino de Matemática no Nível Médio. Possui Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade da Amazônia (2019). Realizou o Curso de Pós-Graduação, Nível Especialização, em Ensino de Matemática e Metodologias Ativas e Resolução de Problemas Matemáticos, pela Escola Superior da Amazônia (2020 e 2021). Atualmente é Professor de Matemática da Secretaria de Estado de Educação, na Escola Estadual de Ensino Médio Padre Eduardo, em Mosqueiro-PA, desenvolvendo trabalhos com Feiras, Jogos,

Robótica e Tecnologias no Ensino da Matemática, atividades de itinerários formativos do Novo Ensino Médio. Possui o Curso de Formação de Oficiais da Reserva (CFOR), do Exército Brasileiro (2014), servindo no 2º Batalhão de Infantaria de Selva durante o período de 2014 a 2022, cumprindo tarefas de Oficial Subalterno da Arma de Infantaria, com foco em Gestão de Recursos Humanos, Financeiros, Patrimoniais e Materiais. Tem experiência na área de Ensino de Matemática. E-mail: Thiago.cardoso@escola.seduc.pa.gov.br



ROBERTO PAULO BIBAS FIALHO - Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela União das Escolas Superiores do Pará (1989), graduação em Educação Artística do 1º Grau pela Universidade Federal do Pará (1993), graduação em Educação Artística Licenciatura Plena pela Universidade Federal do Pará (1994) e mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1998). É artista plástico e especialista em educação pela UNAMA (1994) e em design de móveis pela Universidade do Estado do Pará - UEPA (2006). Desenvolve atividades como professor adjunto na Universidade do Estado do Pará e professor titular da Faculdade de Estudos Avançados do Estado do Pará - FEAPA, atuando principalmente nos seguintes temas:

metodologia científica, educação matemática, psicologia e composição visual, arquitetura e design gráfico. Desenvolveu tese doutoral intitulada "A MATEMÁTICA DO SENSÍVEL PELAS MÃOS DO ARTESÃO: Marcas da aprendizagem matemática e da cultura material dos ceramistas de Icoaraci" (2013), junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), pertencente à Universidade Federal do Pará. Atuou como coordenador de TCC no Curso de Bacharelado em Secretariado Executivo Trilíngue da UEPA do ano 2013 a 2018, onde atualmente integra o colegiado deste curso. É também membro do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, do CCSE/UEPA, ministrando a disciplina Metodologia da Pesquisa em Ensino de Matemática e atuando como colaborador na disciplina Modelagem Matemática.



FÁBIO JOSÉ DA COSTA ALVES – Pós-doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Doutorado e Mestrado em Geofísica pela Universidade Federal do Pará – UFPA. Licenciatura em Matemática pela União das Escolas Superiores do Pará - UNESPA, Licenciatura em Ciências de 1o Grau pela União das Escolas Superiores do Pará – UNESPA. Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará - UFPA. Docente do Mestrado em Educação e do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará - UEPA. Líder do grupo de pesquisa em ensino de matemática e tecnologias. Experiência em desenvolvimento de software educativo para o ensino de matemática e experiência em Geociências, com ênfase em Geofísica aplicada, nos temas: deconvolução, filtragem com Wiener, atenuação e supressão de múltiplas. E-mail: fjca@uepa.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Matriz de Referência do ENEM 2009. Brasília: MEC, 2009.

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

Paulus Gerdes Etnogeometria: Cultura e o despertar do pensamento geométrico, Instituto Superior de Tecnologias e de Gestão (ISTEG), Belo Horizonte, Boane, Moçambique, 2012.

PACHECO, Agenor Sarraf; SOUZA, Renato Vieira de. Grafismos em varinhas: memórias e estéticas afro-indígenas em margens amazônicas. *Boitatá – Revista do GT de Literatura Oral e Popular da ANPOLL*, Londrina, n. 15, p. 128-148, jan.-jul. 2013. ISSN 1980-4504.

SOUZA, Renato Vieira de. Varinhas, grafismo e identidade: cultura da memória e experiência estética no estuário marajoara. 2012. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências da Arte, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SOUZA, Renato Vieira de. Varinhas, memória e resistência afroindígena na ilha de Mosqueiro. In: **Anais da 32ª Reunião Brasileira de Antropologia**, 30 out. a 06 nov. 2020

SOUZA, Rodrigo Vieira de. Varinhas bordadas: narrativas de re-existência em Mosqueiro, uma ilha amazônica. *Aceno – Revista de Antropologia do Centro-Oeste*, v. 8, n. 17, p. 15-30, maio-ago. 2021. ISSN 2358-5587. DOI: 10.48074/aceno.v8i17.12256.