



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL
PROFMAT

PRODUTO EDUCACIONAL

**POTENCIALIDADES DO USO DA IA E DO ANIMANIM NA CONSTRUÇÃO
DE LADRILHAMENTOS GEOMÉTRICOS**

Daiane Deick Machado
Carmen Vieira Mathias

Abril de 2026

RESUMO

Este produto educacional propõe o uso de tecnologia para tornar o estudo de transformações geométricas e ladrilhamentos mais visual e acessível. A proposta utiliza Inteligência Artificial para gerar, a partir de descrições em linguagem natural, scripts em Python capazes de produzir animações matemáticas com a biblioteca Manim. Como resultado, foi desenvolvido o aplicativo AniManim, uma ferramenta online que permite criar animações diretamente no navegador, sem necessidade de conhecimentos avançados de programação. O material apresenta atividades e construções voltadas à exploração de ladrilhamentos do plano, integrando Geometria, tecnologia e pensamento computacional no ensino de Matemática.

Palavras-chave: Ladrilhamento. Inteligência Artificial. Geometria.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	4
2 O PRODUTO EDUCACIONAL	5
3 ANIMANIM	6
3.1 PROCESSO DE CRIAÇÃO DO ANIMANIM	7
4 CONSTRUÇÃO DOS LADRILHAMENTOS	12
4.1 LADRILHAMENTO DE PADRÃO (3,3,3,3,3,3)	13
4.2 LADRILHAMENTOS DE PADRÃO DE VÉRTICE (4,4,4,4) e (6,6,6)	17
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	22

1 APRESENTAÇÃO

Este produto educacional nasce de uma inquietação prática vivenciada em sala de aula: como tornar o estudo das transformações geométricas e dos ladrilhamentos mais visual, dinâmico e acessível aos estudantes, especialmente quando se deseja integrar tecnologia ao ensino sem exigir formação avançada em programação.

Na busca por recursos que possibilitassem representar essas construções de forma dinâmica, encontrou-se a biblioteca Manim, desenvolvida em Python e amplamente utilizada para a produção de animações matemáticas. Apesar de seu potencial educativo, seu uso exige conhecimentos técnicos em programação e configuração de ambiente computacional, o que pode se tornar um obstáculo no contexto escolar.

Diante dessa limitação, a IA (Inteligência Artificial) passou a ser explorada como mediadora no processo de criação de scripts em linguagem Python, possibilitando a produção de animações geométricas a partir de descrições em linguagem natural. A experiência demonstrou que, quando utilizada de forma crítica e orientada, a IA não atua apenas como executora de comandos, mas como ferramenta que favorece a organização do raciocínio lógico e o desenvolvimento do pensamento computacional.

Como resultado desse processo, foi desenvolvido o aplicativo AniManim, uma ferramenta online que simplifica o uso da biblioteca Manim ao eliminar barreiras técnicas relacionadas à instalação de programas e configuração de ambientes. Por meio dele, professores e estudantes podem produzir animações matemáticas utilizando apenas um navegador de internet, concentrando-se nos conceitos geométricos e não nas exigências técnicas da programação.

Este material apresenta, portanto, uma proposta de exploração das transformações geométricas por meio da construção de ladrilhamentos com o apoio da IA e do AniManim, articulando Geometria, tecnologia e pensamento computacional. Espera-se que a proposta contribua para tornar o ensino mais investigativo, visual e significativo, ampliando as possibilidades de integração entre Matemática e Computação na Educação Básica.

2 O PRODUTO EDUCACIONAL

O objetivo deste produto educacional é evidenciar as potencialidades pedagógicas do uso integrado da IA e do aplicativo AniManim na construção de representações geométricas relacionadas aos ladrilhamentos do plano. Para isso, são realizados testes de construções que podem ser desenvolvidas com os alunos, buscando não apenas gerar as animações, mas explicitar, em cada exemplo, o objetivo geométrico envolvido e apresentar uma justificativa didática que fundamenta sua exploração em sala de aula.

O foco está em tornar visível o processo de construção, mostrando como cada etapa pode ser organizada de forma sequencial, articulando a descrição narrativa com a lógica algorítmica. Assim, mais do que apresentar resultados prontos, o produto procura evidenciar o percurso de elaboração dos comandos e as transformações geométricas mobilizadas, possibilitando que outros professores compreendam e adaptem essas construções conforme seus objetivos pedagógicos.

Nesse contexto, o Pensamento Computacional assume papel central, na medida em que orienta a organização das ideias, a divisão do problema em etapas e a estruturação lógica das instruções. A elaboração dos comandos deixa de ser apenas uma interação técnica com a IA e passa a constituir um exercício de raciocínio estruturado, no qual conceitos geométricos são traduzidos em sequências organizadas de ações, aproximando Matemática e Computação de forma integrada.

Dessa maneira, o produto educacional não se limita à demonstração técnica do uso das ferramentas, mas busca evidenciar como a integração entre IA, AniManim e pensamento computacional pode contribuir para o ensino de Geometria, especialmente no estudo dos ladrilhamentos.

3 ANIMANIM¹

A criação do AniManim surgiu da constatação de que o uso direto da biblioteca Manim apresenta barreiras técnicas que dificultam sua utilização no contexto escolar. Para produzir uma animação, não basta apenas escrever o código: é necessário lidar com configurações específicas, comandos no terminal e organização de arquivos, além de instalar diferentes programas no computador. Esses fatores tornam o processo pouco acessível para muitos professores e estudantes.

Diante disso, o AniManim foi desenvolvido como uma plataforma online com o objetivo de eliminar essas dificuldades. Ao funcionar diretamente no navegador, o aplicativo dispensa instalações e configurações complexas, permitindo que o usuário concentre sua atenção na construção geométrica e não nos aspectos técnicos da programação.

A ferramenta foi concebida a partir da articulação entre as ideias da pesquisadora e o apoio da IA na implementação técnica. Seu funcionamento ocorre totalmente de forma online, realizando automaticamente o processamento necessário para transformar o código em animação. Assim, o AniManim simplifica o acesso à produção de vídeos matemáticos, tornando possível utilizar recursos visuais dinâmicos em sala de aula sem exigir conhecimentos avançados em programação ou infraestrutura computacional específica.

A Figura 1 apresenta o layout da interface principal do AniManim. Observa-se à esquerda o editor de código, onde o usuário insere ou cola o script em Python/Manim gerado pela IA, e à direita, o painel de resultado, responsável por exibir o vídeo renderizado após o processamento. A parte inferior da interface contém os botões de controle e as opções de resolução para o vídeo gerado.

Figura 1: Layout da interface principal do AniManim.

¹ <https://hipopotato.github.io/animanim.html>



Fonte: A Autora

Assim, o AniManim representa a união entre educação e tecnologia, sendo um software educacional desenvolvido com apoio de IA e infraestrutura em nuvem. Mais do que uma ferramenta técnica, o projeto demonstra que a IA pode atuar como parceira criativa do professor, permitindo a construção de soluções inovadoras voltadas ao ensino de matemática e à visualização geométrica.

3.1 PROCESSO DE CRIAÇÃO DO ANIMANIM

A criação do AniManim não ocorreu de forma imediata, mas resultou de um processo gradual de organização de ideias, definição de objetivos e diálogo com IA. Inicialmente, surgiu a necessidade de tornar o uso da biblioteca Manim mais acessível ao contexto educacional, de modo que professores e estudantes pudessem produzir animações matemáticas sem depender de conhecimentos avançados de programação, instalação de programas ou utilização de comandos em terminal.

Em um primeiro momento, a pesquisadora buscou alternativas já existentes na internet que integrassem IA e Manim. No entanto, essas opções mostraram-se pouco viáveis, uma vez que muitas apresentavam versões pagas ou correspondiam a projetos experimentais, frequentemente descontinuados. Diante disso, deu-se continuidade à exploração por meio do uso do Manim em ambiente local, com apoio do Visual Studio Code², no qual o código gerado com auxílio da IA era inserido, ajustado e renderizado

² <https://code.visualstudio.com/>

por meio de comandos específicos, produzindo vídeos em diferentes níveis de qualidade.

Essa etapa inicial permitiu compreender melhor o funcionamento da biblioteca e revelou, ao mesmo tempo, uma limitação importante: embora o processo fosse possível em ambiente de desenvolvimento, sua utilização no contexto escolar ainda seria pouco acessível, tanto para os alunos quanto para outros professores, devido às exigências técnicas envolvidas. A partir dessa constatação, surgiu a ideia de desenvolver uma ferramenta mais simples, na qual o usuário pudesse apenas inserir o código e obter a animação renderizada, sem precisar lidar diretamente com configurações mais complexas.

Com esse objetivo, a pesquisadora recorreu à IA Gemini³, solicitando orientações para a criação de um aplicativo simples e funcional. A partir desse diálogo, foi gerado um programa em Python, cuja execução inicial ocorreu localmente. Ao longo do processo, por meio de interações sucessivas com a IA, foram sendo ajustados elementos da interface, do layout e das funcionalidades que deveriam compor a ferramenta, conforme as necessidades identificadas durante os testes.

Durante essa fase, a inteligência artificial também contribuiu para explicitar aspectos técnicos envolvidos no desenvolvimento, como as bibliotecas utilizadas e a função de cada uma delas no funcionamento do sistema. Esse processo foi favorecido pelo fato de que o ambiente local já possuía as dependências necessárias instaladas, em razão de experiências anteriores com o uso do Python, do Visual Studio Code e da própria biblioteca Manim.

Posteriormente, buscou-se compreender como transformar essa versão inicial em um programa executável. Com o auxílio da IA, foram identificados os recursos necessários, os programas complementares a serem instalados e os comandos que deveriam ser utilizados para esse processo, conforme Figura 2.

Figura 2: Guia da IA para converter um arquivo python em um arquivo executável

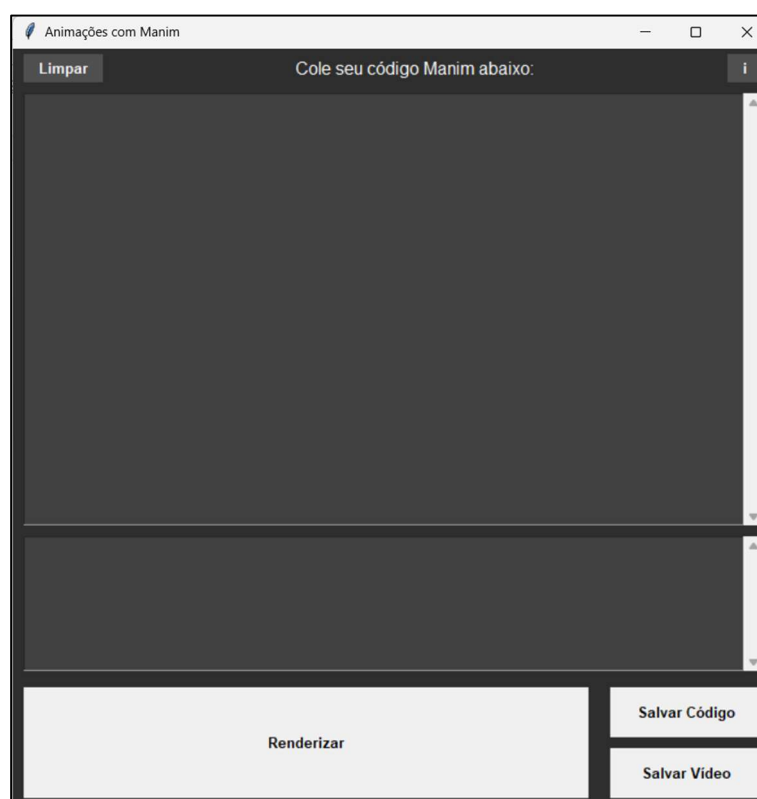
³ <https://gemini.google.com/>

1. **Instale o PyInstaller:** Abra o terminal e rode o comando `pip install pyinstaller`.
2. **Acesse a pasta:** No terminal, use o comando `cd` para navegar até o local exato onde o seu arquivo `AniManim.py` e o seu ícone estão salvos.
3. **Gere o executável:** Cole o comando `pyinstaller --noconsole --onefile --icon=meuicone.ico AniManim.py` no terminal e aperte Enter.
4. **Acesse o arquivo pronto:** Aguarde o processo terminar, entre na nova pasta chamada `dist` que foi criada no mesmo local, e o seu `AniManim.exe` estará lá dentro pronto para uso.

Fonte: A Autora

A cada nova etapa, o aplicativo passava por ajustes em sua organização visual, como reposicionamento de botões, inclusão de ferramentas e refinamento do layout, até alcançar uma configuração mais adequada ao objetivo proposto, a Figura 3 ilustra a aparência do aplicativo no momento.

Figura 3: Aparência do aplicativo instalável AniManim



Fonte: A Autora

Entretanto, verificou-se que a criação de uma aplicação executável ainda não resolvia completamente o problema da acessibilidade, pois seu funcionamento continuava dependente da instalação prévia de programas e bibliotecas específicas no computador do usuário. A partir dessa percepção, surgiu a necessidade de incorporar ao

sistema mecanismos de orientação, como um botão informativo e recursos para auxiliar na verificação das dependências exigidas, conforme Figura 4. Ainda assim, concluiu-se que a versão local poderia continuar representando uma barreira para usuários sem familiaridade técnica.

Figura 4: Requisitos para o funcionamento do AniManim instalável

The screenshot displays the AniManim application window, which is divided into two main sections. The left section, titled 'Sobre esta Aplicação', provides background information and usage instructions. The right section, titled 'Requisitos de Instalação', lists the necessary dependencies for the application to run. Below the requirements, there is a status bar showing the current status of each dependency, and two buttons at the bottom: 'Verificar Novamente' and 'Fechar'.

Sobre esta Aplicação

Este programa foi desenvolvido com o auxílio de Inteligência Artificial (IA) e será utilizado como produto educacional em uma dissertação de mestrado do PROFMAT.

Como foi criado?
O desenvolvimento foi um processo iterativo... (a IA gerou, refinou e depurou o código Python...)

Como Usar

1. ****Cole o código:**** Insira seu script Manim na caixa de texto.
2. ****Qualidade:**** Escolha a qualidade da animação no menu (ao lado do 'i').
3. ****Renderizar:**** Executa o código e abre o player de vídeo.
4. ****Salvar Vídeo:**** Este botão NÃO renderiza novamente. Ele apenas permite que você salve o vídeo mais recente (que já foi renderizado) em um local de sua escolha.

****Importante:**** Cada vez que você clica em 'Renderizar', o arquivo de vídeo é salvo automaticamente em uma pasta chamada 'media' (criada dentro da pasta deste aplicativo). O botão 'Salvar Vídeo' serve apenas para copiar esse arquivo para outro lugar (ex: sua Área de Trabalho).

5. ****Console:**** Mostra o status da renderização ou mensagens de erro.

Requisitos de Instalação

Para que este aplicativo possa renderizar...

1. **Python 3:** A linguagem base do aplicativo.
* Link: <https://www.python.org/>
2. **Manim (Community Edition):**
* Link: <https://www.manim.community/>
3. **LaTeX (para Windows):** Essencial para renderizar textos e fórmulas.
(Obs: Códigos que animam apenas formas, sem 'Text' ou 'MathTex', podem funcionar sem o LaTeX.)
* Windows: <https://miktex.org/>
4. **FFmpeg:**
* Link: <https://ffmpeg.org/download.html>

Python: OK (v3.13.2)
Manim: Não encontrado
LaTeX: Não encontrado
FFmpeg: Não encontrado

Verificar Novamente

Fechar

Fonte: A Autora

Dessa forma, passou-se a considerar a possibilidade de desenvolver uma versão online do AniManim. Novamente, com apoio da inteligência artificial, foi elaborado um roteiro com os elementos necessários para viabilizar essa implementação em nuvem, conforme a Figura 5. A IA auxiliou na criação dos arquivos e configurações indispensáveis para o funcionamento remoto do sistema, sugerindo o uso de um servidor em nuvem. A partir disso, foi criada uma máquina virtual, na qual cada etapa de instalação e configuração foi realizada com apoio da IA, por meio de comandos executados em terminal.

Figura 5: Guia para a criação de uma versão online do aplicativo AniManim

- **1. A tela (Visual):** Você vai recriar a caixa de texto e os botões usando as linguagens da internet para que o usuário veja e digite tudo pelo navegador.
- **2. O motor (Servidor):** A parte visual que você usa hoje não funciona em sites. Será preciso criar um sistema em Python que fica escondido, recebendo o texto digitado na tela, gerando o vídeo e devolvendo ele pronto.
- **3. O pacote (Ambiente):** Como o programa depende de outras ferramentas instaladas no computador para criar a animação, você precisará juntar o seu código e essas ferramentas em um pacote único e fechado.
- **4. A hospedagem (Computador na nuvem):** Por fim, você vai colocar esse pacote em um computador alugado na internet que seja forte o suficiente para aguentar o trabalho pesado de criar os vídeos.

Fonte: A Autora

Durante esse processo, cada erro encontrado era analisado e retornado à IA que propunha soluções e ajustes para a continuidade do desenvolvimento. Além disso, a IA contribuiu para a compreensão do funcionamento geral do sistema, bem como para a definição da forma de acesso ao aplicativo por meio de um link. As configurações do servidor e dos programas auxiliares necessários para a disponibilização do AniManim online também foram conduzidas com esse suporte.

Após a implementação da versão online, foram realizados testes de funcionamento no AniManim. A cada novo problema identificado, ajustes eram realizados por meio de novos diálogos com a IA, frequentemente com o apoio de capturas de tela que auxiliavam na identificação das falhas. Esse processo contínuo de teste, análise e refinamento possibilitou alcançar a versão final esperada para o aplicativo.

De modo geral, o desenvolvimento do AniManim configurou-se como um processo formativo e investigativo, no qual a pesquisadora atuou na concepção da proposta, na definição dos objetivos e na avaliação das soluções produzidas, enquanto a IA colaborou como ferramenta de apoio técnico. Assim, a construção do aplicativo evidenciou não apenas a viabilidade de integração entre IA e educação matemática, mas também a importância da mediação humana na condução, seleção e validação das soluções desenvolvidas.

4 CONSTRUÇÃO DOS LADRILHAMENTOS

Foram realizados testes envolvendo três tipos de ladrilhamentos formados por apenas um tipo de polígono regular. Inicialmente, cada teste teve como propósito compreender como estruturar comandos narrativos de modo que a IA interpretasse corretamente cada etapa da construção geométrica, possibilitando a geração de scripts funcionais para a biblioteca Manim.

Os testes contemplaram os três tipos de ladrilhamentos bem-comportados regulares, definidos a partir de seus padrões de vértice e das condições estabelecidas por Dias e Sampaio (2010) para a cobertura do plano sem sobreposição ou lacunas. A escolha dessas configurações justifica-se por seu elevado valor didático, uma vez que permitem explorar, de forma visual e dinâmica, propriedades fundamentais da Geometria, como medidas angulares, relações entre polígonos e simetrias.

Além disso, essa abordagem dialoga com a habilidade EF07MA27 da BNCC (Brasil, 2018), que propõe o estudo de mosaicos e ladrilhamentos como estratégia para a compreensão desses conceitos. O Quadro 1 apresenta a relação entre cada ladrilhamento e seu respectivo padrão de vértice.

Quadro 1: Padrões de Vértice de cada Ladrilhamento-Bem-Comportado.

Padrão de Vértice	Descrição da Construção (IA + AniManim)
(3,3,3,3,3,3)	Ladrilhamento composto por triângulos equiláteros.
(4,4,4,4)	Ladrilhamento composto por quadrados.
(6,6,6)	Ladrilhamento composto por hexágonos regulares.

Fonte: A Autora

Cada ladrilhamento foi produzido com o apoio do ChatGPT, que gerou scripts em Python compatíveis com a biblioteca Manim, posteriormente renderizados no AniManim. O Quadro 2 destaca como funciona o procedimento padrão para todos os testes, que foram estruturados em três etapas.

Quadro 2: Etapas realizadas para fazer a relação IA x AniManim

Etapas	Desenvolvimento
1. Interação textual	O pesquisador fornece à IA uma instrução em linguagem natural.
2. Geração automática	A IA produz o script Python correspondente.
3. Renderização e análise	O código é executado no AniManim, e o vídeo gerado é avaliado quanto à fidelidade geométrica, clareza visual e coerência com o objetivo descrito.

Fonte: A Autora.

O desenvolvimento dos testes foi orientado pelos princípios do Pensamento Computacional propostos por Raabe (2020), articulando Matemática e Computação nos seguintes conceitos: Decomposição, Abstração, Reconhecimento e o Algoritmo.

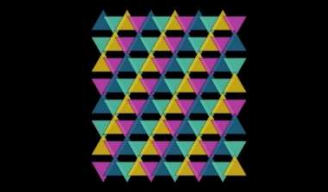
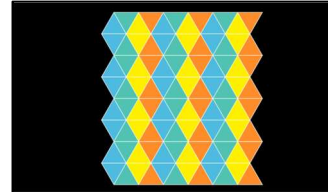
Esses conceitos fundamentam o processo investigativo com a IA, pois exigem clareza e organização na comunicação com a ferramenta, as mesmas competências que se espera desenvolver com alunos na criação de fluxogramas e algoritmos.

A metodologia adotada para os testes seguiu uma abordagem incremental, em que cada etapa de comando representa uma parte do raciocínio lógico necessário à construção geométrica. Essa escolha também possui um caráter pedagógico: a IA nem sempre retorna o resultado esperado de imediato, o que torna necessária a reformulação dos comandos e o refinamento das instruções. Esse processo reflete, de forma prática, a dinâmica do pensamento computacional, feita de tentativas, ajustes e depuração de erros, como ocorre na programação e na resolução de problemas matemáticos.

4.1 LADRILHAMENTO DE PADRÃO (3,3,3,3,3,3)

Antes de iniciar a construção envolvendo os ladrilhamentos bem-comportados regulares, foram realizados pré-testes, em que se solicitou comando único e genérico. Essa solicitação se deu para entender inicialmente as respostas dada pela IA. Foi utilizado em as interações o comando “Crie um ladrilhamento utilizando triângulos equiláteros, com a biblioteca Manim do Python”, o Quadro 3 destaca os resultados na forma de print da renderização obtida ao executar o código no AniManim e reproduzir o vídeo gerado. Para os pré-testes A e B foi realizado a exclusão dos Chats antigos da IA e limpeza da memória, já pré-teste C foi realizado depois de uso da IA e estudos sobre as construções.

Quadro 2 Pré-teste comando completo

Pré-teste	A	B	C
Resultado/ Print da Renderização			

Fonte: A Autora

Os pré-testes evidenciaram que um único comando genérico não é suficiente para gerar construções geométricas precisas. Embora a IA reconheça o conceito de ladrilhamento, o resultado tende a apresentar falhas de alinhamento, sobreposição ou buracos.

Essa limitação demonstra que, para representar corretamente o padrão geométrico desejado, é necessária uma melhor descrição, ou seja, guiar a IA com um encadeamento lógico de instruções, o que exige a formulação de um algoritmo estruturado.

O Quadro 4 mostra uma proposta de algoritmo sequencial que orienta a criação do ladrilhamento (3,3,3,3,3,3). Cada passo representa uma instrução geométrica e computacional específica. Essa estrutura foi elaborada com base nos conceitos do Pensamento Computacional (Raabe, 2020), aplicados à prática da programação e da Geometria.

- Decomposição: o problema (criar o ladrilhamento) é dividido em pequenas tarefas sucessivas (criar, girar, repetir, verificar), incluindo os passos utilizados durante a construção.
- Abstração: cada passo considera apenas os elementos essenciais, triângulo, vértice e ângulo de rotação.
- Reconhecimento de padrões: a repetição das rotações permite identificar a regularidade do ladrilhamento.
- Algoritmo: os passos formam uma sequência lógica, unindo todas as etapas anteriores, permitindo chegar ao resultado desejado.

Essa lógica não apenas melhora a interação com a IA, mas também espelha o raciocínio que se espera dos alunos na elaboração de fluxogramas e algoritmos, conforme preveem as competências da BNCC Computação (BRASIL, 2022).

Quadro 3: Opção de Estrutura sequencial da construção para o padrão (3,3,3,3,3,3).

Passo	Comando para a IA (otimizado)	Objetivo Geométrico	Descrição / Justificativa Didática
1	Crie um triângulo equilátero com lado s e centro no ponto (0,0). Defina preenchimento azul e contorno branco. Use coordenadas simétricas para garantir lados iguais.	Gerar o polígono base do ladrilhamento.	Apresenta o triângulo como elemento inicial do ladrilhamento, garantindo que todas as cópias mantenham alinhamento e proporção. A cor e preenchimento já determinam o design do ladrilhamento.
2	Escolha um vértice do triângulo base como centro de rotação. Gere 5 cópias do	Formar um desenho onde vários triângulos	Mostra que a simetria está relacionada à repetição de um

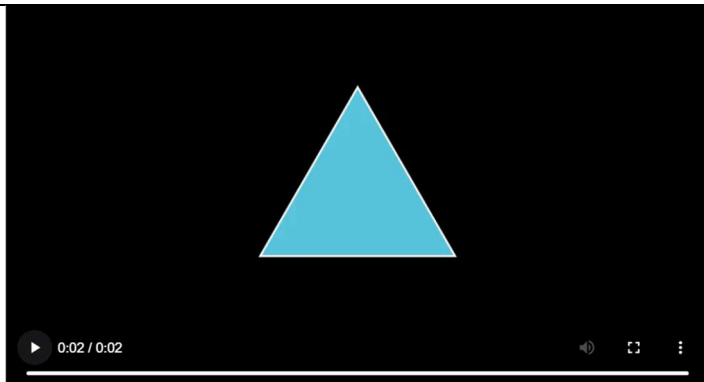
	triângulo, rotacionando-o em incrementos de 60° no sentido anti-horário até completar 360° .	compartilham o mesmo vértice, organizados em círculo.	mesmo triângulo em torno de um ponto. Essa repetição faz com que 6 triângulos, cada um com ângulo de 60° , completem uma volta de 360° , formando o padrão do ladrilhamento.
3	Repita o processo do Passo 2 tomando cada um dos três vértices do triângulo inicial como centro de rotação. Mantenha apenas cópias que não se sobrepõem às anteriores.	Expandir o padrão de ladrilhamento para os outros vértices.	Mostra como repetir a rotação nos três vértices mantém o padrão organizado e sem falhas, reforçando a ideia de continuidade no ladrilhamento.
4	Para cada triângulo existente, identifique seus vértices. Se algum vértice não estiver completamente cercado por 6 triângulos (soma dos ângulos $< 360^\circ$), use esse vértice como novo centro de rotação e gere 6 cópias em incrementos de 60° . Repita o processo recursivamente até que a área desejada esteja preenchida. Limite a profundidade da recursão para evitar sobreposição excessiva.	Formar o padrão completo repetindo o triângulo em todas as direções até preencher a área desejada.	Mostra como o padrão se expande de forma gradual e organizada, preenchendo o plano sem espaços vazios e possibilitando controlar até onde o ladrilhamento se desenvolve.

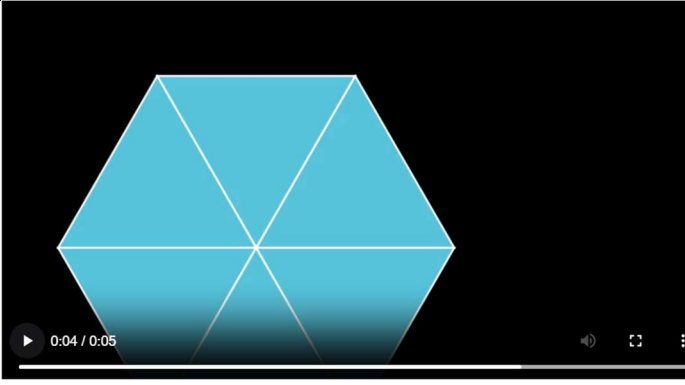
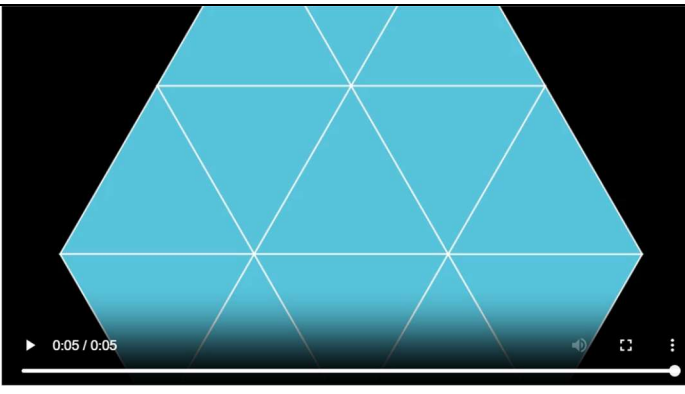
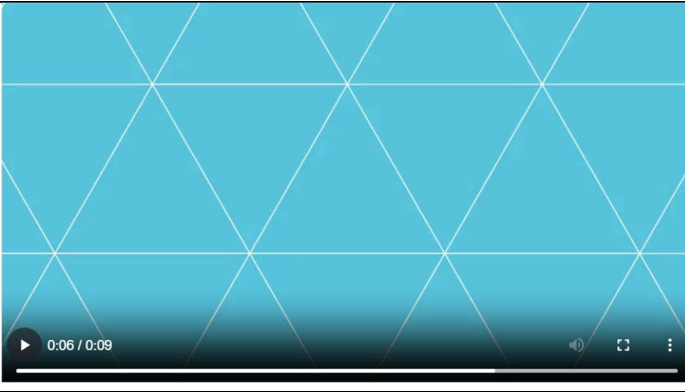
Fonte: A Autora

Antes de iniciar os comandos de cada passo, a IA recebeu a seguinte instrução-base: “Vamos produzir scripts com Python/Manim para animações matemáticas”. Essa orientação serviu para definir o formato do produto esperado, indicando que as construções deveriam ser apresentadas como códigos em Python executáveis no Manim, e não como simples desenhos ou descrições teóricas.

A seguir, foram executados os cinco passos definidos no algoritmo. Após cada comando, a IA gerou um novo trecho de código, que foi testado e renderizado no AniManim. O Quadro 5 apresenta os resultados visuais e observações sobre o comportamento da IA em cada etapa.

Quadro 4: Execução dos passos do algoritmo

Passo	Print / Renderização no AniManim	Descrição e observações
1		A IA gerou corretamente o triângulo equilátero, com cores e bordas, conforme solicitado.

2		As rotações formaram o hexágono completo. Com o vértice central rodeado por triângulos de 60° completando 360°. Destacando assim o padrão do ladrilhamento bem-comportado formado por triângulos.
3		O preenchimento iniciou corretamente e cada um dos dois vértices que não passou pelo processo da etapa anterior foi preenchido.
4		A expansão recursiva funcionou bem depois de ajustar o parâmetro de profundidade. O padrão de ladrilhamento cresce de forma organizada. Porém, a ordem em que os vértices se expandem não é totalmente regular, o que causa pequenas diferenças no tempo da animação. Mesmo assim, o resultado destaca o ladrilhamento expandido.

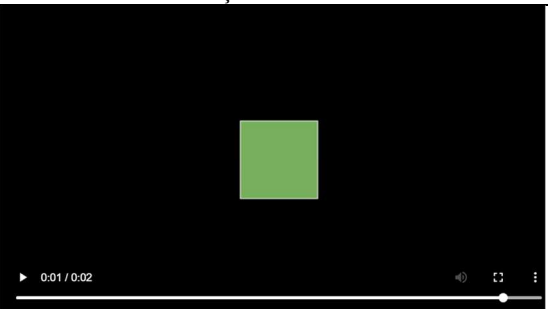
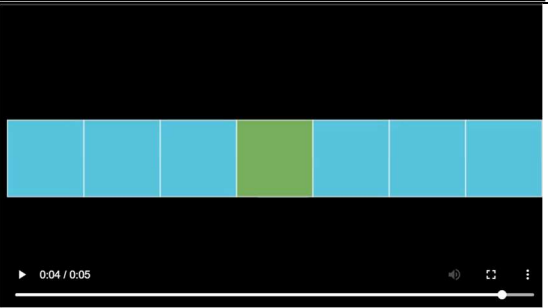
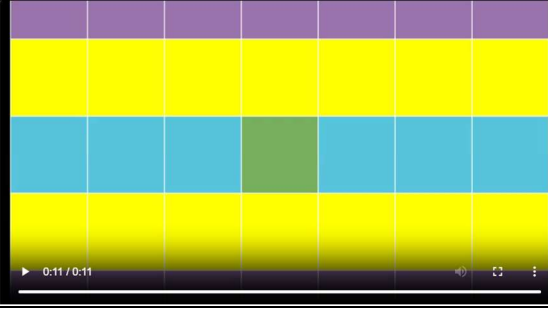
Fonte: A Autora

A estrutura de decomposição do problema mostrou-se eficaz, permitindo planejar e executar a construção do ladrilhamento. Essa fase da metodologia facilitou tanto a análise geométrica quanto a transposição das etapas para o código em Manim, resultando em animações que evidenciam a lógica de formação dos padrões. Os vídeos gerados a partir das renderizações confirmam a consistência do processo e sua aplicabilidade didática. Com base nesses resultados, a mesma estrutura será mantida e adaptada para os próximos testes, aplicando o mesmo raciocínio sequencial na elaboração dos ladrilhamentos regulares dos tipos (6,6,6) e (4,4,4,4).

4.2 LADRILHAMENTOS DE PADRÃO DE VÉRTICE (4,4,4,4) e (6,6,6)

Seguindo a mesma abordagem utilizada na construção do padrão (3,3,3,3,3,3), realizou-se procedimento semelhante para os demais ladrilhamentos bem-comportados regulares. Nesta seção são apresentados dois padrões de ladrilhamento, (4,4,4,4) e (6,6,6), que serão gerados por meio de translações e reflexões, respectivamente. O Quadro 6 descreve o processo para o padrão (4,4,4,4) com quadrados.

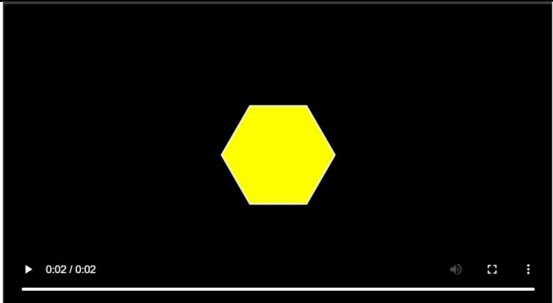
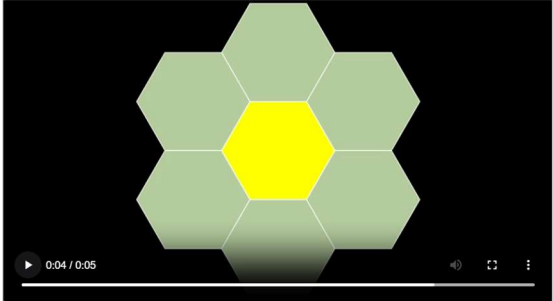
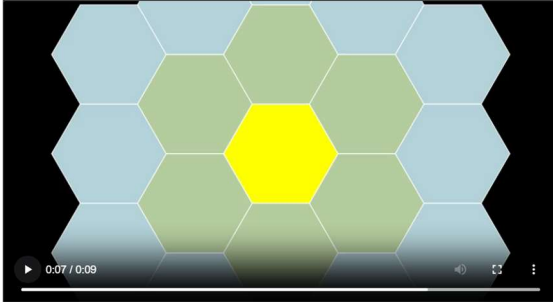
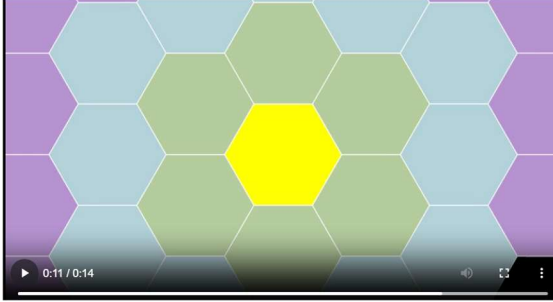
Quadro 5: Estrutura sequencial da construção para o padrão (4,4,4,4)

Passo	Comando para a IA (otimizado)	Resultado/Renderização
1	Crie um quadrado com lado s e centro no ponto $(0,0)$. Defina preenchimento verde escuro e contorno branco. Use coordenadas simétricas para garantir lados iguais.	
2	Translade o quadrado inicial com tamanho s , k vezes para direita e k vezes para esquerda. Para cada translação faça uma cópia e para cada k . Deixe os quadrados azuis. Inicialmente tome $k=3$.	
3	Translade todos os quadrados, os azuis e o inicial, uma distância s , para cima e uma distância s para baixo. Pinte de amarelo.	
4	Repita o passo 3, a uma distância $2s$. Porém, na cor roxa.	

Fonte: A Autora

O Quadro 7 apresenta a construção do padrão (6,6,6) com hexágonos. Ambos os métodos utilizam o Pensamento Computacional para a construção geométrica, visto que satisfazem os conceitos do Pensamento Computacional (Raabe, 2020).

Quadro 6: Estrutura sequencial da construção para o padrão (6,6,6)

Passo	Comando para a IA (otimizado)	Resultado/Renderização
1	Crie um hexágono regular com lado s e centro no ponto (0,0). Defina preenchimento amarelo e contorno branco.	
2	Faça uma reflexão em relação a cada lado do hexágono inicial. Cada reflexão será verde clara	
3	Repita o passo 2 para cada novo hexágono criado no passo 2, evite criar cópias. Cada reflexão será azul claro.	
4	Repita o passo 2 para cada novo hexágono criado no passo 3, evite criar cópias. Cada reflexão será lilás.	

Fonte: A Autora

Essas estruturas seguem o mesmo princípio metodológico utilizado no padrão triangular: guiar a IA por uma sequência lógica de instruções, garantindo precisão na representação e coerência na execução do código. Além de permitir comparações entre os diferentes tipos de ladrilhamentos e simetrias, o ladrilhamento feito com quadrados foi realizado por translações, enquanto o feito com hexágonos foi gerado por reflexões.

O processo reforça o uso do Pensamento Computacional na resolução de problemas geométricos, integrando programação, visualização e raciocínio espacial, conforme orienta a BNCC de Computação (BRASIL, 2022).

Os resultados obtidos confirmam que, ao seguir uma sequência lógica de instruções bem estruturadas, a IA é capaz de gerar ladrilhamentos regulares visualmente consistentes. Tanto no padrão formado por quadrados quanto no formado por hexágonos, observou-se que as pequenas inconsistências iniciais foram corrigidas a partir do detalhamento dos parâmetros geométricos e do controle das simetrias. Dessa forma, a execução dos algoritmos demonstrou a eficácia da abordagem baseada no Pensamento Computacional, evidenciando a importância de guiar a IA por uma lógica sequencial clara. Isso favorece não apenas a obtenção de resultados corretos, mas também a compreensão do raciocínio geométrico e algorítmico subjacente às construções.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este produto educacional buscou evidenciar as potencialidades do uso integrado da Inteligência Artificial e do aplicativo AniManim na construção de representações geométricas relacionadas aos ladrilhamentos do plano. Ao longo dos testes apresentados, procurou-se demonstrar que a descrição narrativa organizada de forma sequencial pode funcionar como estrutura algorítmica capaz de articular raciocínio geométrico e pensamento computacional.

Espera-se que este material incentive professores a explorar as transformações geométricas de maneira mais dinâmica, visual e investigativa, ampliando as possibilidades de abordagem dos conteúdos de Geometria na Educação Básica. A proposta não se apresenta como modelo fechado de aplicação, mas como um conjunto de experiências que podem ser adaptadas, modificadas e ampliadas conforme a realidade de cada contexto escolar.

Deseja-se que o uso do AniManim, aliado à IA, contribua para reduzir barreiras técnicas relacionadas à programação, permitindo que o foco permaneça na análise matemática das construções e não nas exigências operacionais do software. Ao mesmo tempo, ressalta-se a importância do uso crítico da Inteligência Artificial, compreendendo-a como ferramenta de apoio e mediação, e não como substituta do raciocínio do professor ou do estudante.

Essa forma de interagir com a tecnologia, em que o foco está em descrever a ideia e a "intenção" do que se quer criar, em vez de apenas escrever códigos difíceis, é o que se chama de *vibe coding* (GOOGLE CLOUD, 2024). No ensino de matemática, isso ajuda o aluno a se concentrar em "como o desenho deve ser feito" logicamente, deixando a parte técnica da programação para a IA.

A experiência relatada demonstra que o processo de elaboração, teste, ajuste e refinamento dos comandos reflete a dinâmica do pensamento computacional, marcada por decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e organização algorítmica. Nesse sentido, espera-se que o material contribua não apenas para o ensino de ladrilhamentos, mas também para a integração consciente entre Matemática e Computação, favorecendo práticas pedagógicas mais investigativas e fundamentadas.

Por fim, almeja-se que este produto inspire outros docentes a experimentar, adaptar e criar possibilidades de uso da tecnologia no ensino de Geometria, fortalecendo

a autonomia pedagógica e promovendo uma aprendizagem mais visual, estruturada e significativa.

REFERÊNCIAS

Citar pelo menos a dissertação conforme modelo MDT:

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº 1/2022**. Define normas complementares à BNCC sobre Computação na Educação Básica. 4 de outubro de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**. Institui normas sobre Computação na Educação Básica. 17 de fevereiro de 2022. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images//historico/anexo_parecer_cneceb_n_2_2_022_bncc_computacao.pdf. Acesso em: 05 nov. 2025.

DIAS, Claudio Carlos; SAMPAIO, João Carlos Vieira. **Desafio geométrico: módulo I. Curso de especialização para professores do ensino médio de matemática**. Cuiabá, 2010.

GOOGLE CLOUD. **What is vibe coding?** 2026. Disponível em: <https://cloud.google.com/discover/what-is-vibe-coding>. Acesso em: 08 mai. 2026.

MACHADO, Daiane Deick. **Animações matemáticas de ladrilhamentos: integração entre inteligência artificial, animação e pensamento computacional**. 2026. **x p.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional/PROFMAT) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2026.

RAABE, André. **Currículo de Referência em Tecnologia e Computação**. Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), 2020.