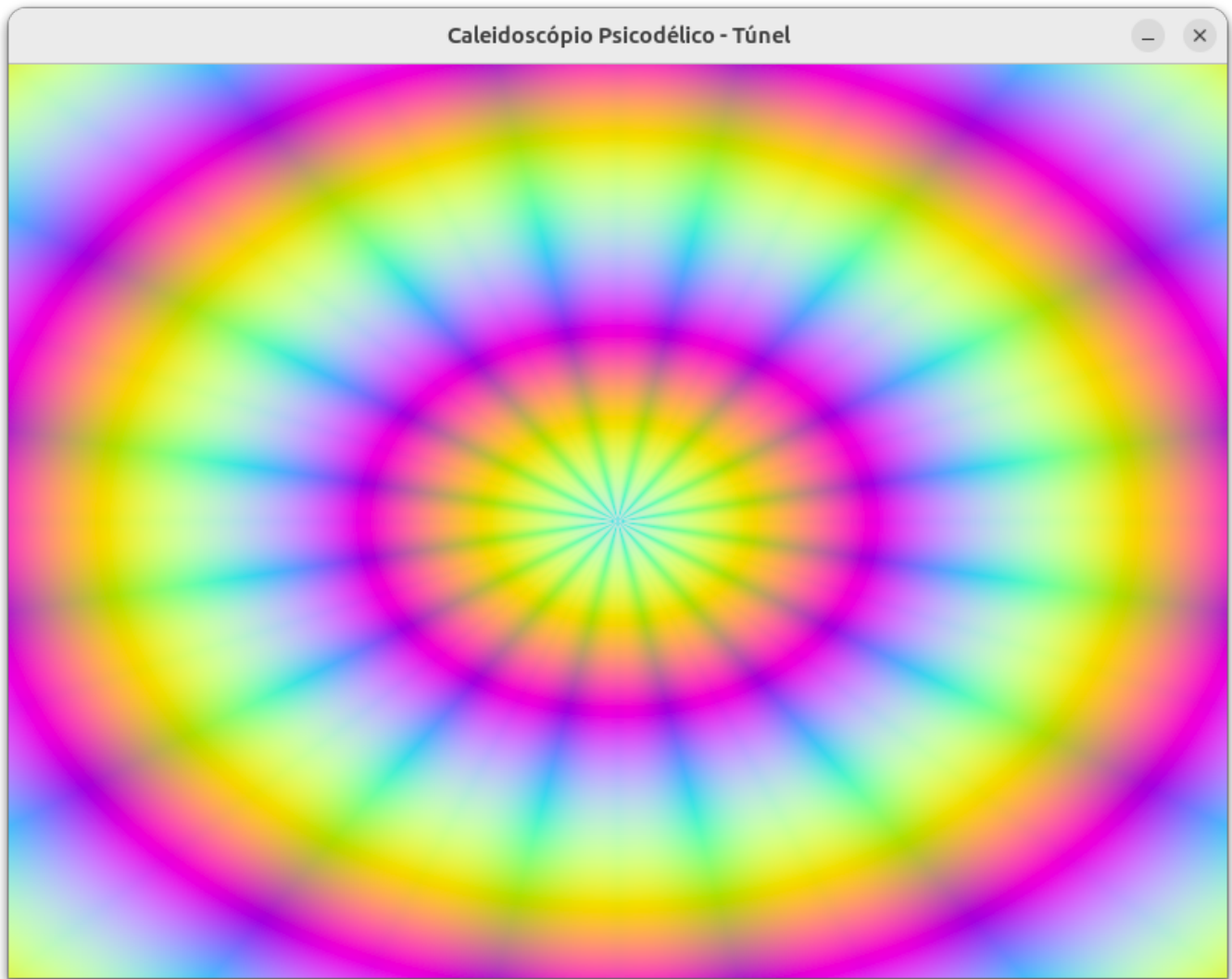




Tunel psicodélico



Cleuton Sampaio REPO

Legal, né? Cara, esse foi ouvindo **Led Zeppelin**, **Deep Purple** e **Yes...**

A matemática

A ideia central é usar geometria polar e funções de onda para montar um túnel que se repete como num caleidoscópio e ainda “pulse” no tempo. Primeiro você cria uma grade de pontos X e Y que variam de -1 a 1 , de modo que o meio da tela seja $(0,0)$. Para cada ponto dessa grade, calcula-se:

1. R , a distância do ponto ao centro, usando a fórmula de círculo $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$.
2. Θ , o ângulo relativo ao eixo X , com $\Theta = \text{atan2}(Y, X)$.

Em seguida, “dobra-se” esse ângulo em fatias iguais — se for 16 segmentos, você pega o ângulo original e aplica um módulo para repetir o padrão a cada $2\pi/16$. Ainda faz um valor absoluto para simular o reflexo de um caleidoscópio, como se cada fatia fosse um espelho.

Com o raio e o ângulo dobrado em mãos, gera-se dois padrões de onda:

- Um componente radial: $\sin(10 R - 4 t)$, que cria anéis que parecem avançar no túnel.
- Um componente angular: $\sin(16 \Theta_{\text{dobrado}} + 6 t)$, que gera as “pétalas” giratórias conforme o túnel se move.

Você soma esses dois sinais e normaliza de $-1 \dots 1$ para $0 \dots 255$, obtendo um padrão em escala de cinza. Para fazer as cores, repete a função seno sobre R com deslocamentos de fase (por exemplo +2 e +4 radianos) para os canais verde e azul. Cada pixel vira então um triplete RGB com tonalidades que se alternam no tempo.

O resultado é um mosaico de ondas radiais e angulares, espelhado em triângulos, e animado pelo termo que depende de “tempo”. É essa combinação de coordenadas polares, dobra angular e funções seno com fases diferentes que cria a ilusão de estar viajando por um túnel psicodélico.

A implementação

Este código foi migrado da versão **Python** para **Rust**, atualizando do **PyGame** para o **ggez**. Vou comentar as diferenças na implementação... Por favor veja o [código original em Python](#) para ter uma referência.

Comparando com a implementação em Python

Vamos comparar as implementações em **Python (PyGame)** e **Rust (ggez)**, mostrando as principais diferenças de arquitetura, desempenho e estilo de código.

1. Inicialização do contexto e janela

- Python (pygame)*: uso de `pygame.init()`, criação de `Surface` via `display.set_mode`, e configuração de título com `display.set_caption` dentro de `iniciar_pygame`.
- Rust (ggez)*: configuração no `main` com `ContextBuilder`, especificando `window_setup` e `window_mode`. Não há chamada manual de inicialização de subsistemas; o `build()`? já faz toda a configuração.

2. Geração da malha de coordenadas

- Python*: utiliza `numpy.linspace` e `numpy.meshgrid` para criar matrizes 2D (`X`, `Y`) em operações vetorizadas de alto nível.
- Rust*: gera manualmente vetores `malha_x` e `malha_y` em loops aninhados, calculando cada par (`x`, `y`). Não existe biblioteca de álgebra vetorial padrão, então o código é mais explícito e imperativo.

3. Cálculo do padrão caleidoscópico

- Python*: expressões vetorizadas em NumPy para `R`, `Theta`, `padrao_radial`, `padrao angular` e normalização, resultando em arrays de bytes direto (`uint8`).
- Rust*: percorrimento explícito de cada índice no buffer, realizando as mesmas operações num loop `for`, atribuindo canais RGB no vetor `buffer`. Ganha-se controle fino e ausência de overhead de GC, mas perde-se a concisão do NumPy.

4. Manipulação de buffer e renderização

- Python*: após montar `imagem` e transpor, usa `pygame.surfarray.blit_array` e `display.flip` para desenhar no `Surface`.
- Rust*: converte `buffer` em `Image` via `Image::from_pixels`, desenha com `Canvas::from_frame`, chama `canvas.draw` e finaliza com `canvas.finish(ctx)?`. O fluxo é mais orientado a objetos e utiliza recursos do GPU.

5. Loop principal e controle de tempo

- *Python*: loop infinito sobre `pygame.event.get()`, obtém `ticks` de `pygame.time.get_ticks()/1000.0` e limita FPS com `Clock.tick(30)`.
- *Rust*: `event::run(ctx, event_loop, estado)` orquestra o loop, chama `update` e `draw` automaticamente. Usa `ctx.time.time_since_start()` e não há controle manual de FPS (pode ser configurado via `timer`) mas ggez lida com chamadas de renderização.

6. Vantagens e trade-offs

- **Python**: sintaxe concisa, alto nível, rápido para protótipos visuais. Contudo, depende de NumPy e pode apresentar overhead em loops e conversões de array.
- **Rust**: código mais verboso, maior controle de memória e performance nativa. ggez abstrai camadas de OpenGL/Vulkan, mas requer código detalhado para cada etapa.