

# Hénon com Exponente de Lyapunov: Chaotic Dynamics

Prof. Ana Isabel C.

Math-Dynamics Lab

June 3, 2025

Licença: CC BY-NC 4.0

- O mapa de Hénon é um sistema dinâmico discreto que exibe comportamento caótico.
- Introduzido por Michel Hénon (1976) para estudar atratores fractais.
- Objetivo: Analisar caos via expoente de Lyapunov e entropia.

- Equações:

$$\begin{cases} x_{n+1} = 1 - ax_n^2 + y_n \\ y_{n+1} = bx_n \end{cases}$$

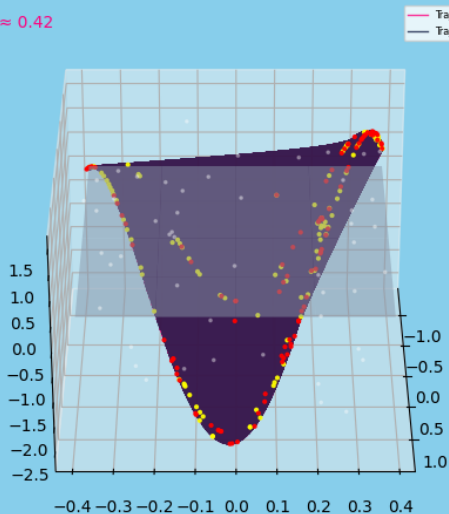
- Parâmetros:  $a = 1.4$ ,  $b = 0.3$ .
- Condição inicial:  $(x_0, y_0) = (0.1, 0.1)$ .

- **Expoente de Lyapunov:**  $\lambda \approx 0.418 > 0$  indica caos.
  - Calculado com perturbação inicial  $\delta \approx 0.001$ .
  - Iterações próximas divergem exponencialmente:  $d_n \sim d_0 e^{n\lambda}$ .
- **Entropia de Kolmogorov-Sinai:**  $h_\mu \approx \sum_{\lambda_i > 0} \lambda_i \approx 0.418$ .
  - Mede a imprevisibilidade do mapa.

- O mapa de Hénon gera um atrator com estrutura fractal.
- Pontos de iteração mostram a sensibilidade às condições iniciais.
- A projeção  $x$ - $y$  revela a geometria caótica.

# Visualização

$\lambda \approx 0.42$



Ana & Loki, Donos do Caos e do Swing

Visualização do

# Conclusão

- O mapa de Hénon exibe caos com  $\lambda \approx 0.418$  e  $h_\mu \approx 0.418$ .
- Aplicações: Astronomia, física, modelagem de sistemas discretos.
- Mais em: Math-Dynamics.