

Exemplo de Aplicação

Exemplo:. Movimento de Projéteis com resistência do ar

Modelo da força de atrito: $F_{ar} = -\beta v^2$,

com $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$.

Equações de Movimento

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{\beta}{m}vv_x,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{\beta}{m}vv_y - g$$

Exemplos de processos aleatórios em física:

- decaimento radioativo;
- movimento Browniano.

Para simular os processos acima, podemos gerar números *pseudoaleatórios* no computador.

Gerador pseudoaleatório do NumPy

A classe `Generator` do NumPy permite gerar números pseudoaleatórios a partir de várias distribuições de probabilidade. O gerador é acessado através do construtor `numpy.random.default_rng(seed)`. O valor default da semente (*seed*) é `None`.

```
import numpy as np
rng = np.random.default_rng()
```

Gerador pseudoaleatório do NumPy

- Inteiros no intervalo (low, high]:
`integers(low, high=None, size=None, endpoint=False)`
- Flutuantes entre (0.0, 1.0]:
`random(size=None)`
- Conjunto aleatórios a partir de um dado array:
`choice(a, size=None, replace=True, p=None)`
- Exponencial:
`exponential(scale=1.0, size=None)`
- Gaussiana:
`normal(loc=0.0, scale=1.0, size=None)`

Integração de Monte Carlo

1. Método da aceitação-rejeição

$$I \approx \frac{kA}{N}$$

onde N é total de números aleatórios gerados, confinados numa área A , e k é o números desses pontos que estão abaixo da curva $f(x)$ (integrando).

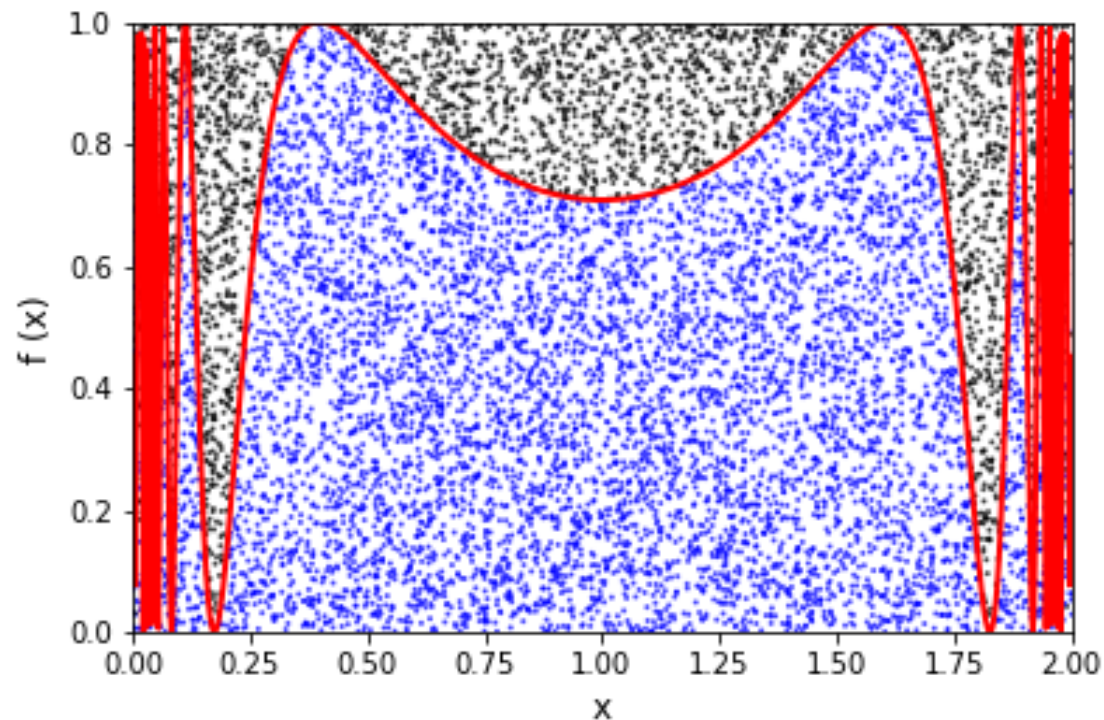
2. Método do valor médio

$$I \approx \frac{b-a}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i)$$

onde a e b são os limites de integração.

Integração de Monte Carlo - Exemplo

$$I = \int_0^2 \sin^2 \left[\frac{1}{x(2-x)} \right] dx$$

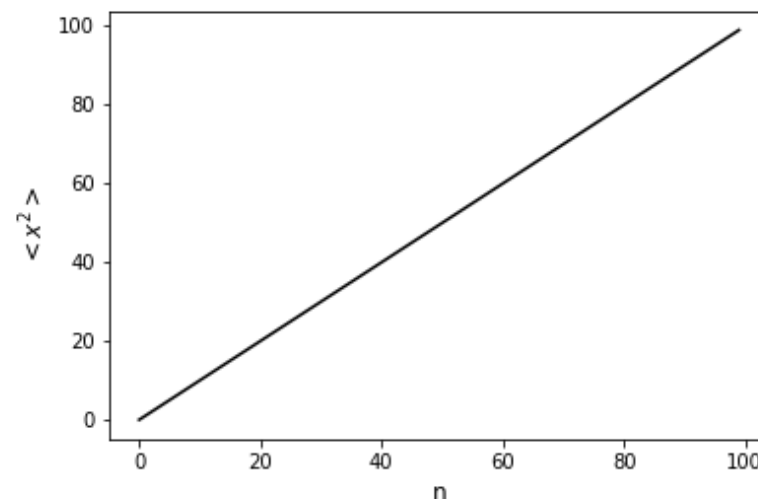
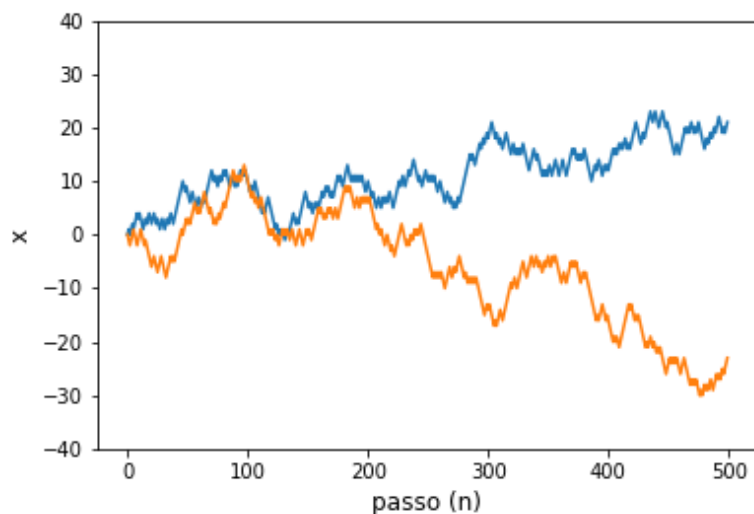


Passeio Aleatório

$$s_i = \pm 1$$

com probabilidade p e q em cada direção, sujeito a condição $p + q = 1$. No exemplo abaixo, temos dois passeios com $p = q = 1/2$. A posição x depois de n passos e o quadrado x^2 são:

$$x_n = \sum_i^n s_i, \quad x_n^2 = \left(\sum_i^n s_i \right)^2$$



Exercício: Espalhamento de Rutherford

Considere um feixe de partículas α com energia de $E = 7.7$ MeV com perfil gaussiano nas direções x e y , com larguras de $\sigma = a_0/100$, onde a_0 é o raio de Bohr. Vamos simular um processo onde 1 milhão de partículas α são enviadas em direção a um átomo de ouro ($Z = 79$). As partículas que são refletidas, ou seja, são espalhadas com ângulo maiores que 90° , são aquelas que tem parâmetro de impacto b menor que:

$$b = \frac{Ze^2}{2\pi\epsilon_0 E}$$

onde e é a carga elementar e ϵ_0 é a permissividade do vácuo. Qual a porcentagem de partículas refletidas? Use `scipy.constants` para obter o valor das constantes físicas.

Livros

- Kinder, J.; Nelson, P. *A Student's Guide to Python for Physical Modeling*.
- Hill, Christian. *Learning Scientific Programming with Python*.

Meu canal no YouTube: Python Para Cientistas

<https://www.youtube.com/@python4scientists/videos>

Material deste e de outros minicursos disponíveis em:

github.com/aanepomuceno/