

Aula 5 - Experimento II

Lei de Ohm

Física Experimental II
Segundo semestre de 2013

Objetivos deste experimento (3 aulas)

- Estudar aspectos referentes à Lei de Ohm
 - Resistores ôhmicos e não-ôhmicos
 - Resistores sensíveis à luz
- Outros assuntos abordados
 - Uso de voltímetros e amperímetros
 - Influência dos instrumentos de medidas nos resultados experimentais
 - Testes de compatibilidade
 - Ajustes de funções lineares - método dos mínimos quadrados

Testes de compatibilidade

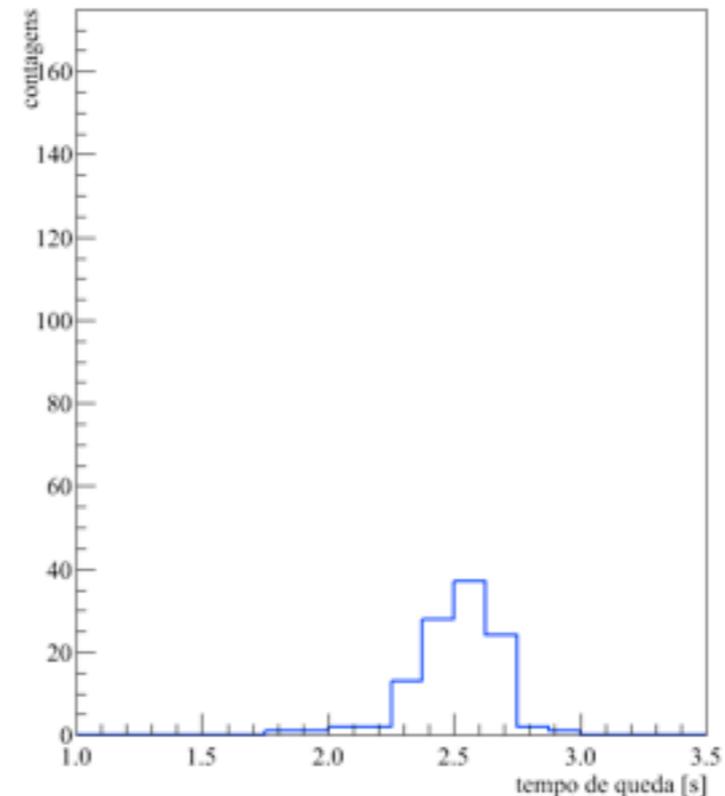
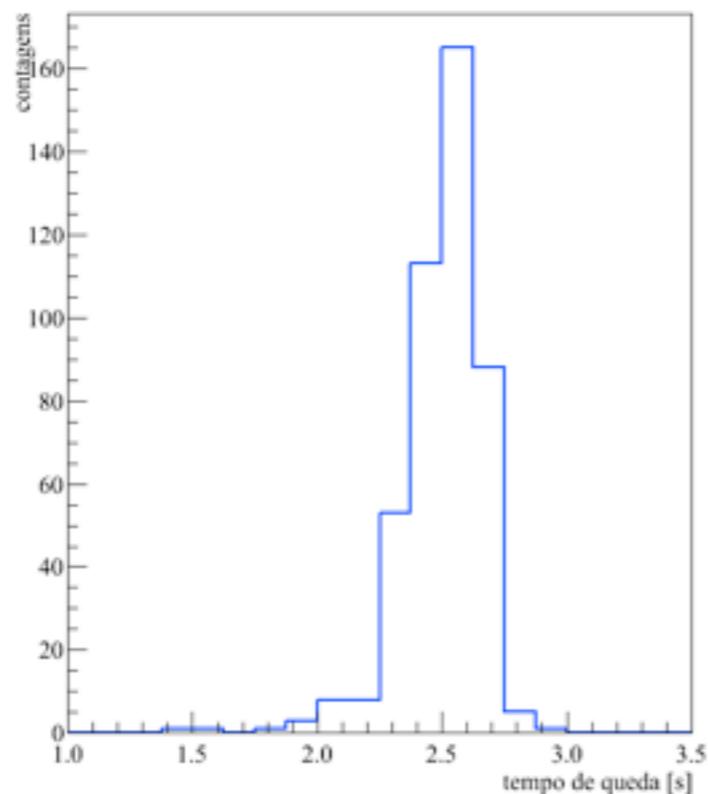
- Como comparar estatisticamente dois valores?
 - Uma medida sujeita a flutuações com uma previsão
 - Ex: Uma medida de aceleração com o valor tabelado
 - Duas medidas sujeitas à flutuações
 - Ex: O resultado de um grupo com o resultado de outro grupo
- Testes de hipóteses
 - Diversos testes no mercado.
 - Teste-z
- **Texto para estudo no site da disciplina, na aba EXTRAS.**

Teorema do limite central e a gaussiana

Estudar o texto sobre o assunto na página da disciplina, na aba “EXTRAS”

Histograma de contagens

- Histogramas simples de contagens não são interessantes pois a comparação entre dois conjuntos de dados diferentes nem sempre é possível de forma direta
 - Depende do número de entradas no histograma
 - Um conjunto de 10000 valores vai necessitar de uma escala no eixo-y muito diferente do que um conjunto de apenas 100 valores



Probabilidade e densidade de probabilidade

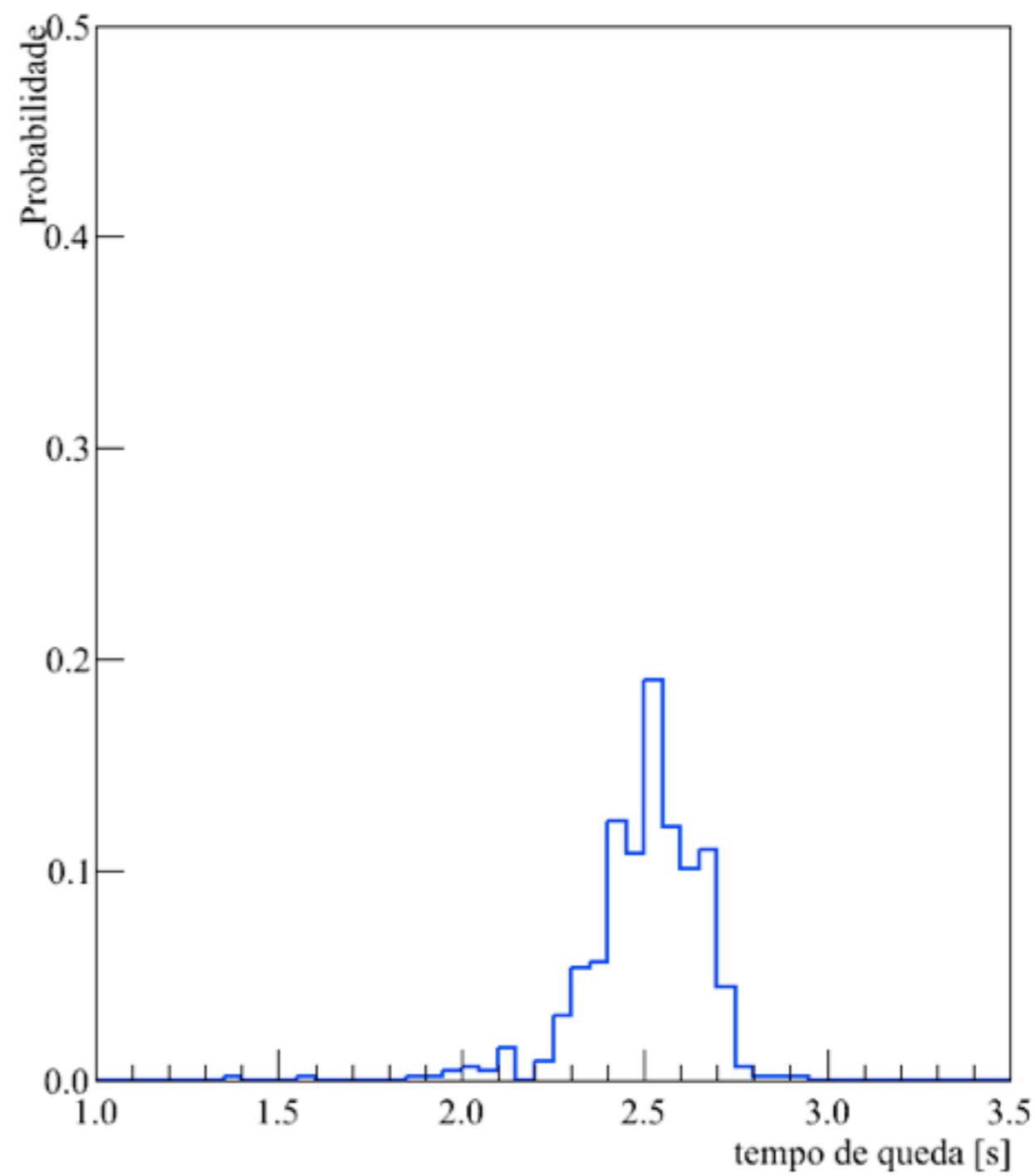
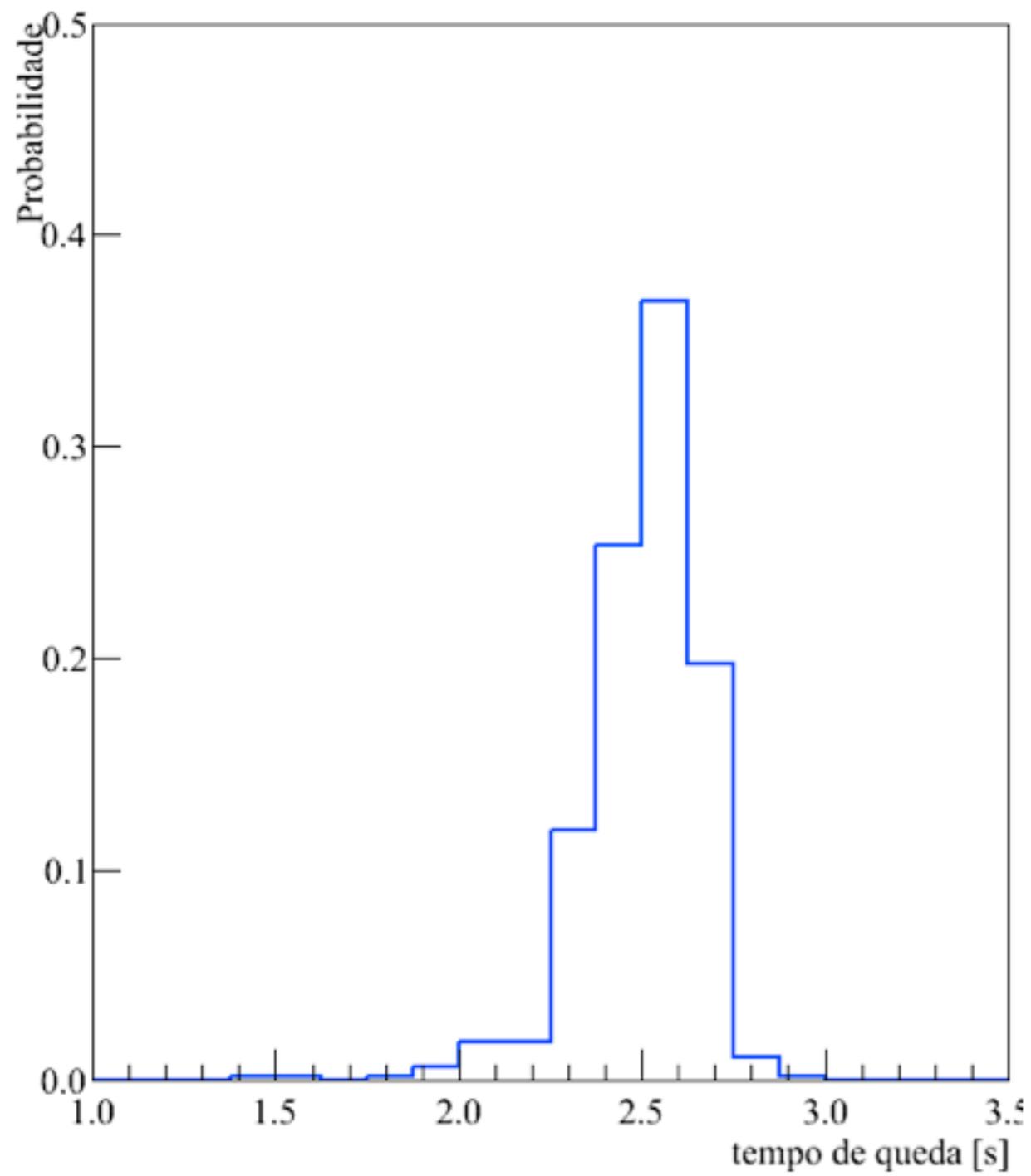
- Define-se a probabilidade de se obter um determinado resultado como sendo a relação do entre o número de vezes que obtivemos esse resultado pelo número total de dados, quando este é suficientemente grande

$$P(R) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N(R)}{N}$$

- Em um histograma nós definimos canais e contamos quantas ocorrências temos naquele canal, ou seja:

$$N(R) = N(x, x + \Delta x)$$

- Ou seja, em um histograma a probabilidade depende da escolha do tamanho do canal do histograma



Exemplo: Tempo de lançamento de balões do alto do Pelletron

Probabilidade e densidade de probabilidade

- A função densidade de probabilidade é definida de tal forma que a probabilidade de encontrar um resultado em um intervalo é tal que

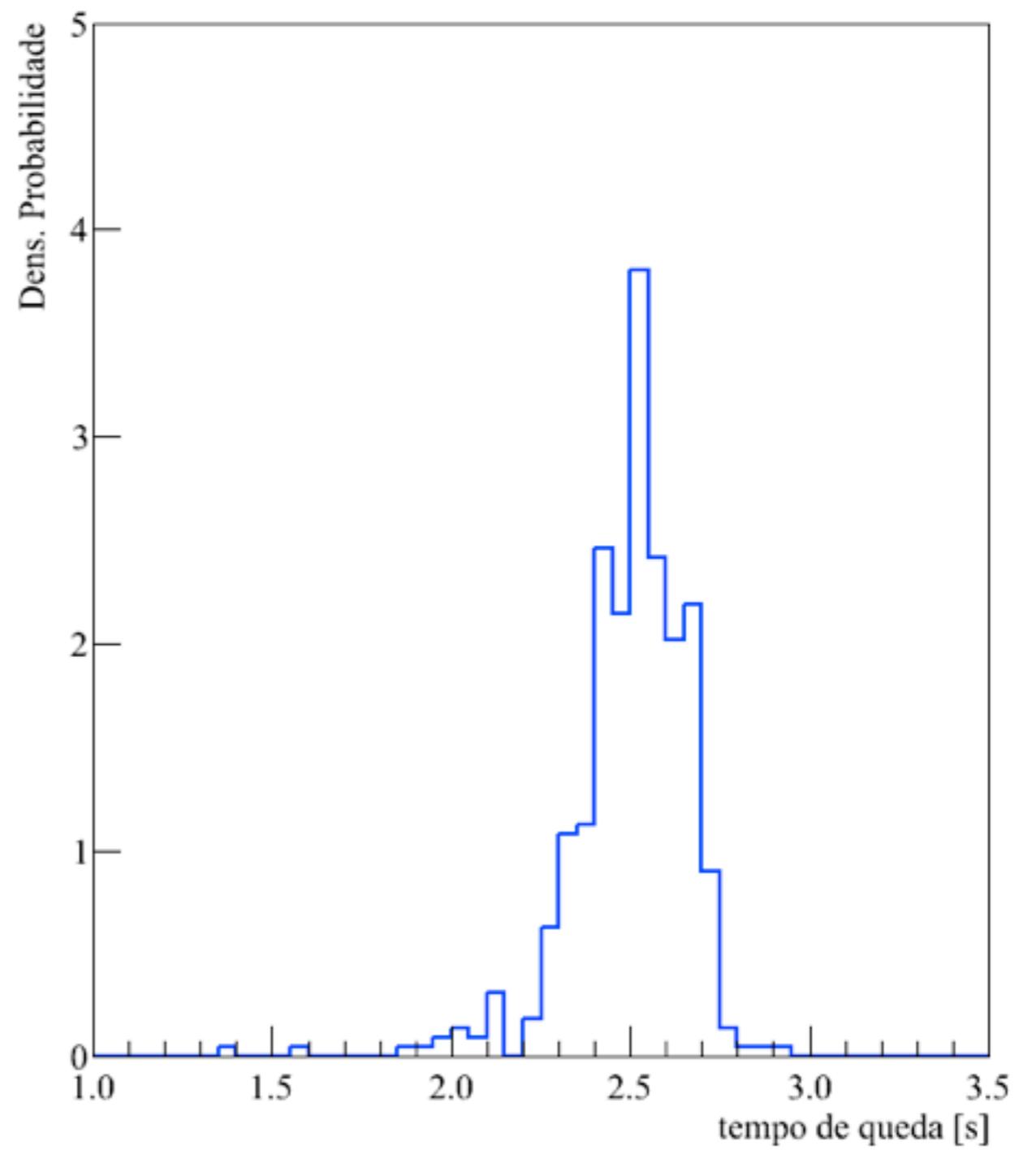
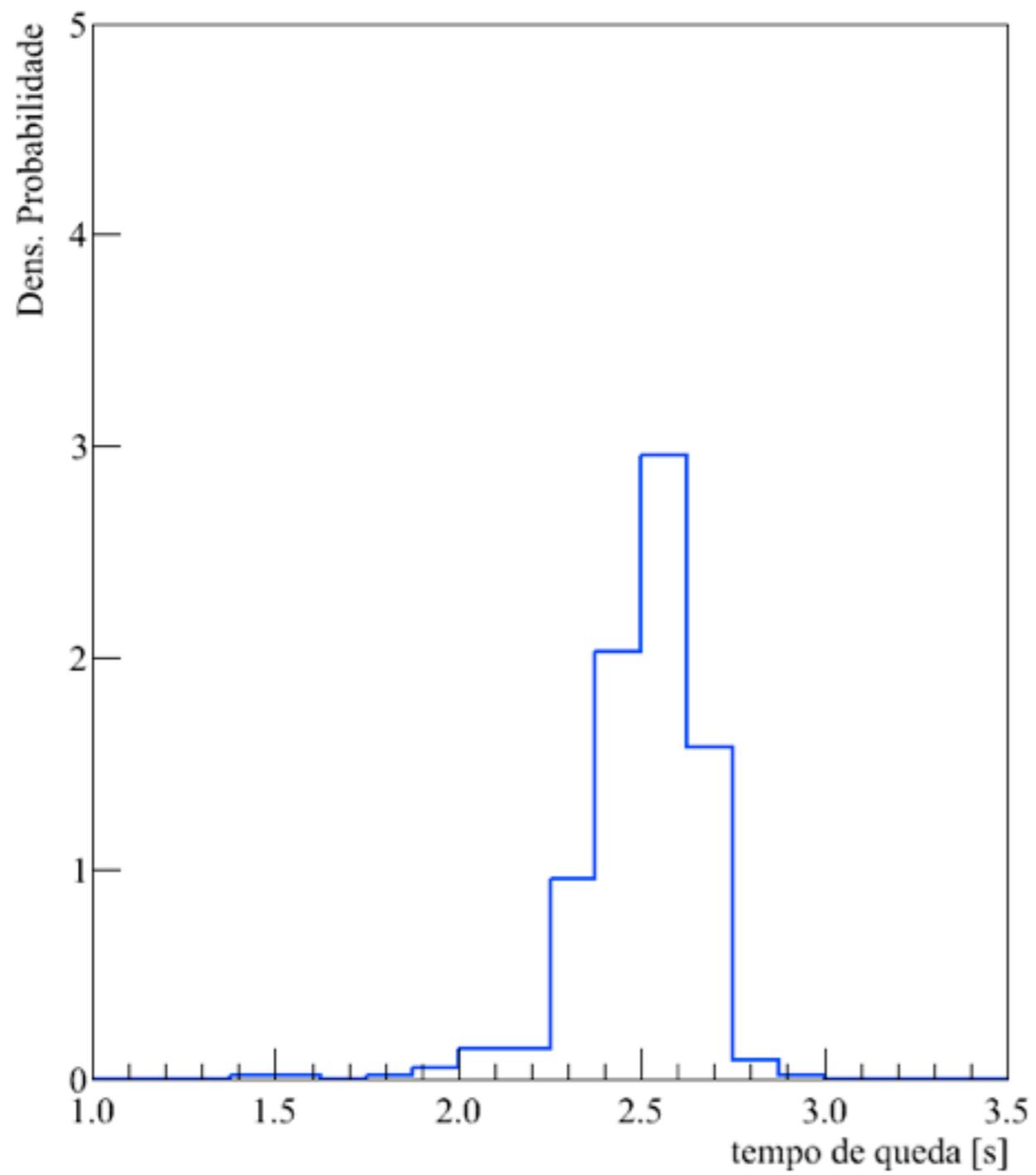
$$P(x, x + \Delta x) = \int_x^{x + \Delta x} H(x') dx'$$

- Ou seja

$$H(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x, x + \Delta x)}{\Delta x}$$

- Ou seja, a densidade de probabilidade não depende da escolha do tamanho do canal em um histograma

- A menos de flutuações por conta da amostra ser limitada



Exemplo: Tempo de lançamento de balões do alto do Pelletron

Características da densidade de probabilidade

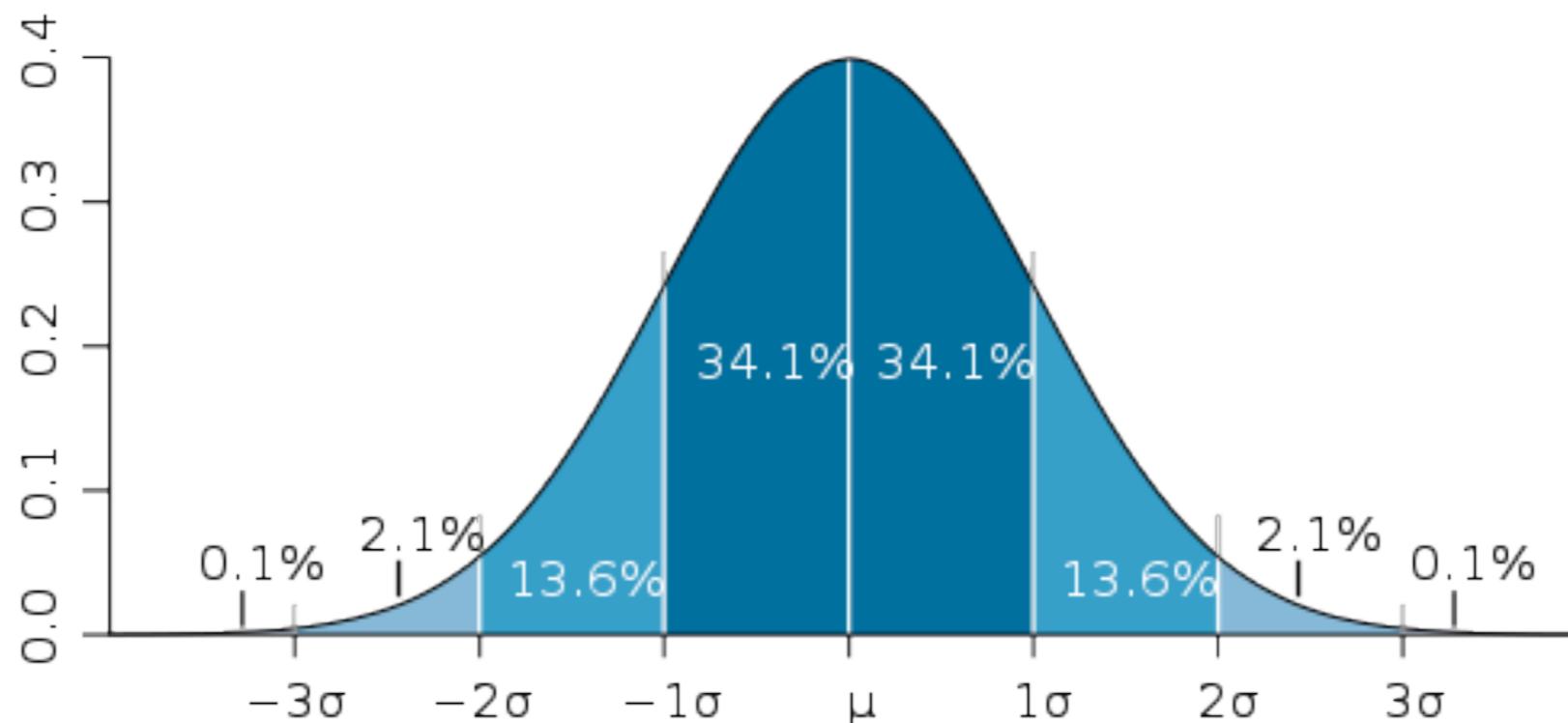
- Por ter significado de uma densidade, é sempre positiva
- Como a probabilidade é sempre um número entre 0 e 1, a integral da densidade de probabilidade em todo o espaço deve ser a probabilidade de ter um evento, quaisquer que sejam suas características, ou seja, 100%.
Deste modo

$$1 = \int_{-\infty}^{+\infty} H(x') dx'$$

O teorema do limite central

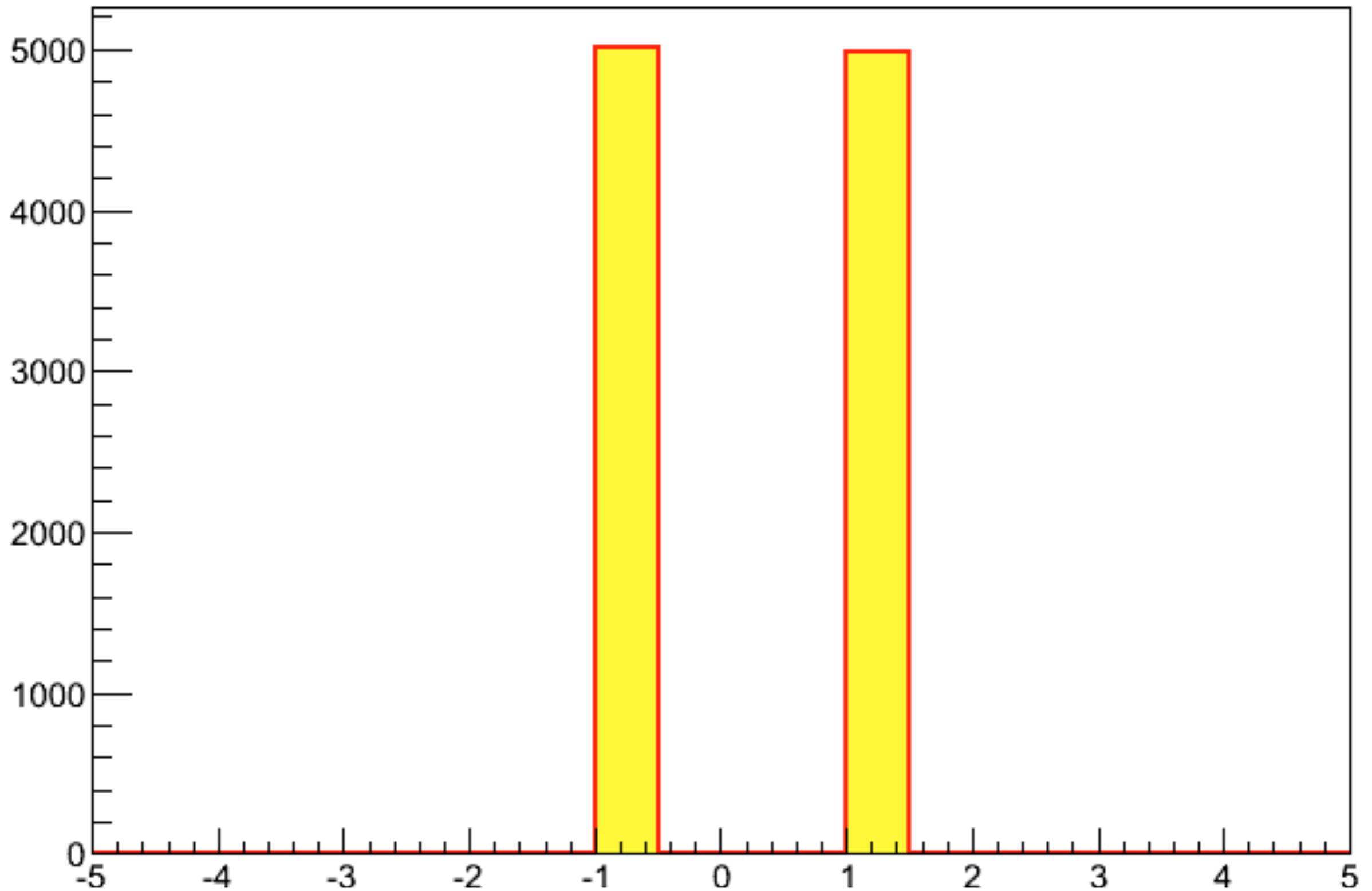
- Em uma amostra aleatória qualquer simples $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ de elementos independentes entre si, com distribuições de probabilidade bem definida com variância σ^2 e média μ , na medida em que aumenta, a distribuição de probabilidades do valor médio dessa amostra aproxima-se de uma distribuição gaussiana de valor médio μ e variância σ^2/n .

$$H(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



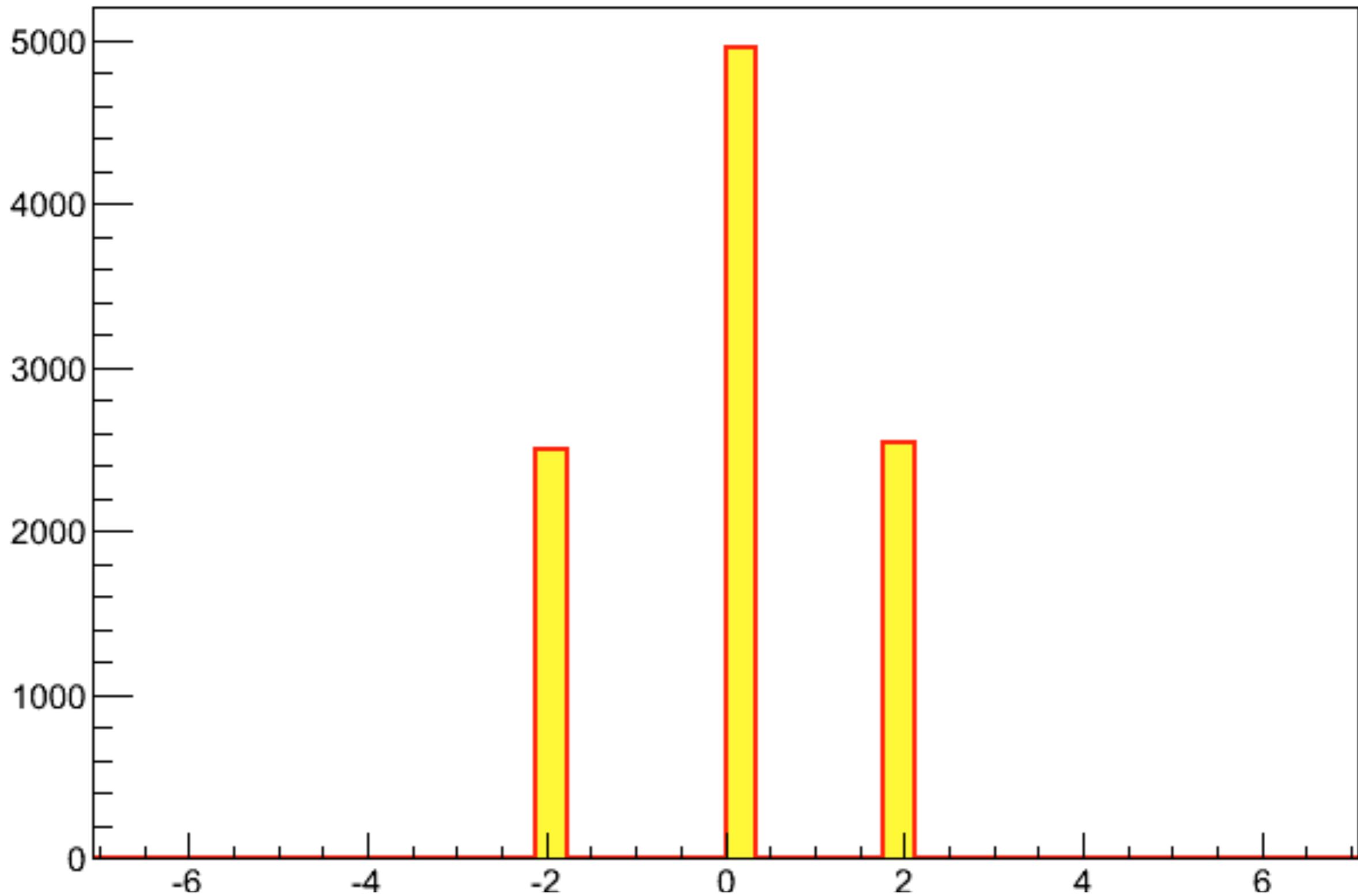
Demonstração

- Vamos fazer uma demonstração empírica
 - Experimento de lançar moedas
 - Cara = 1, coroa = -1
 - Soma dos resultados
 - Ex: Se lancei três moedas e obtive duas caras e uma coroa o resultado é $1 + 1 - 1 = 2$
 - Repetir o experimento 10000 vezes e fazer o histograma do resultado de cada lançamento.



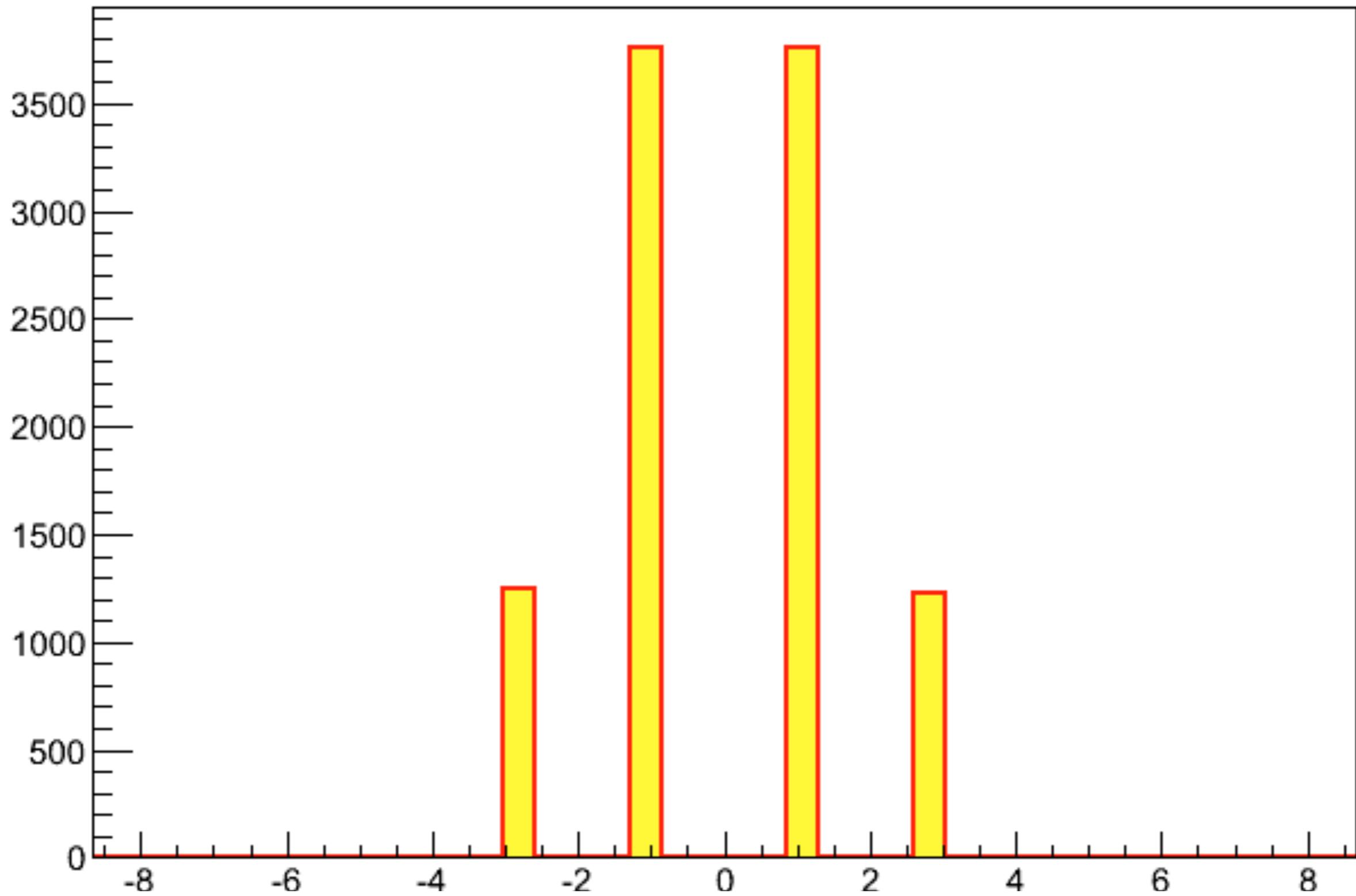
Uma moeda apenas

Duas possibilidades



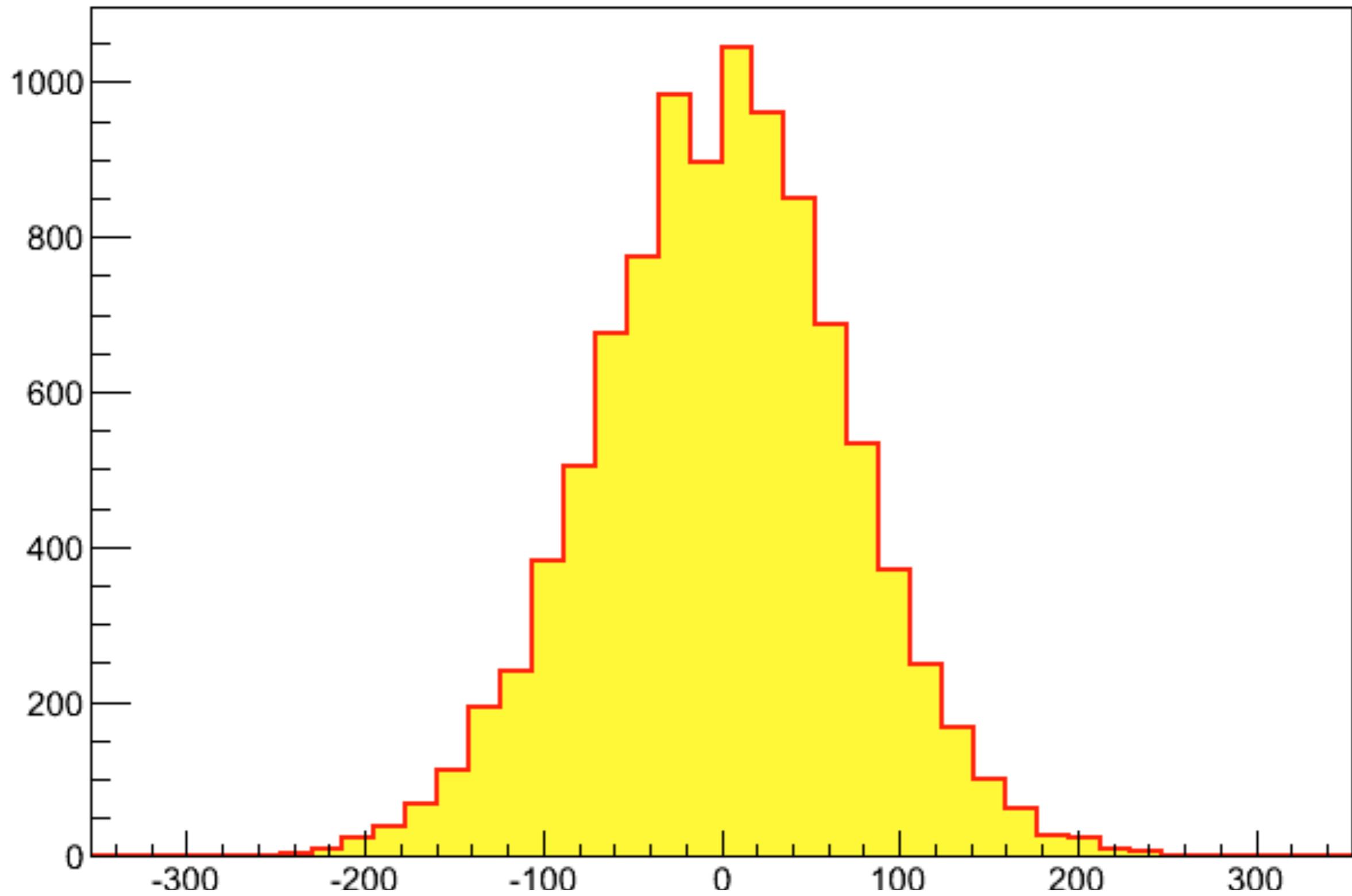
Duas moedas

Três possíveis resultados



Três moedas

Quatro possíveis resultados



5000 moedas

vários resultados possíveis

Objetivos da aula de hoje

- Medir resistência elétrica de alguns resistores comerciais ôhmicos
 - Medida através da relação entre tensão e corrente
 - Uso de voltímetros e amperímetros
 - Duas formas de medir
 - Comparar os resultados e estudar influência dos instrumentos
 - Análise estatística dos dados

Corrente elétrica

- Define-se a corrente elétrica que atravessa um condutor qualquer como sendo a quantidade de carga que atravessa uma seção transversal desse condutor por unidade de tempo

$$i = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta T} = \frac{dq}{dt}$$

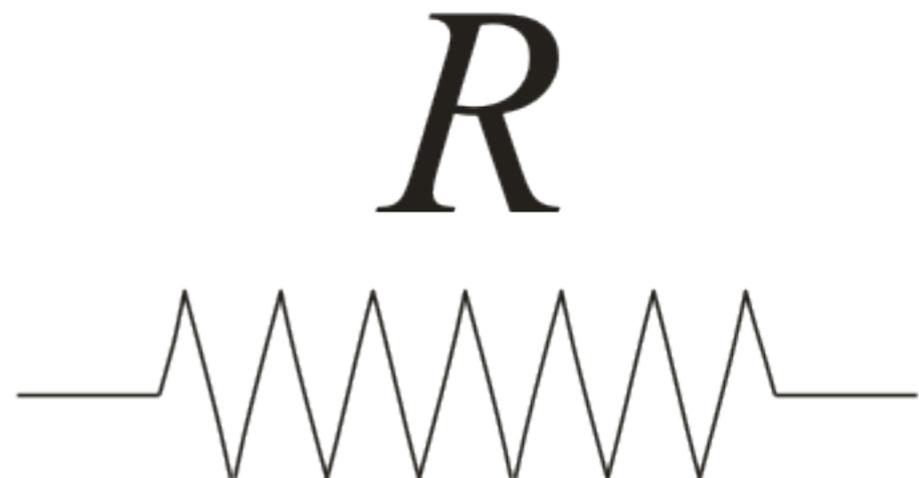
- Unidade: Ampère. $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

Resistência de um material

- Corrente elétrica
 - Elétrons se movendo em um condutor
 - Colisão com outros elétrons e átomos do material
 - Perda de energia --> aquecimento
 - Resistência à movimentação das cargas
- Resistência elétrica (Lei de Ohm)

$$R = \frac{V}{i}$$

- Se R é constante resistor ôhmico

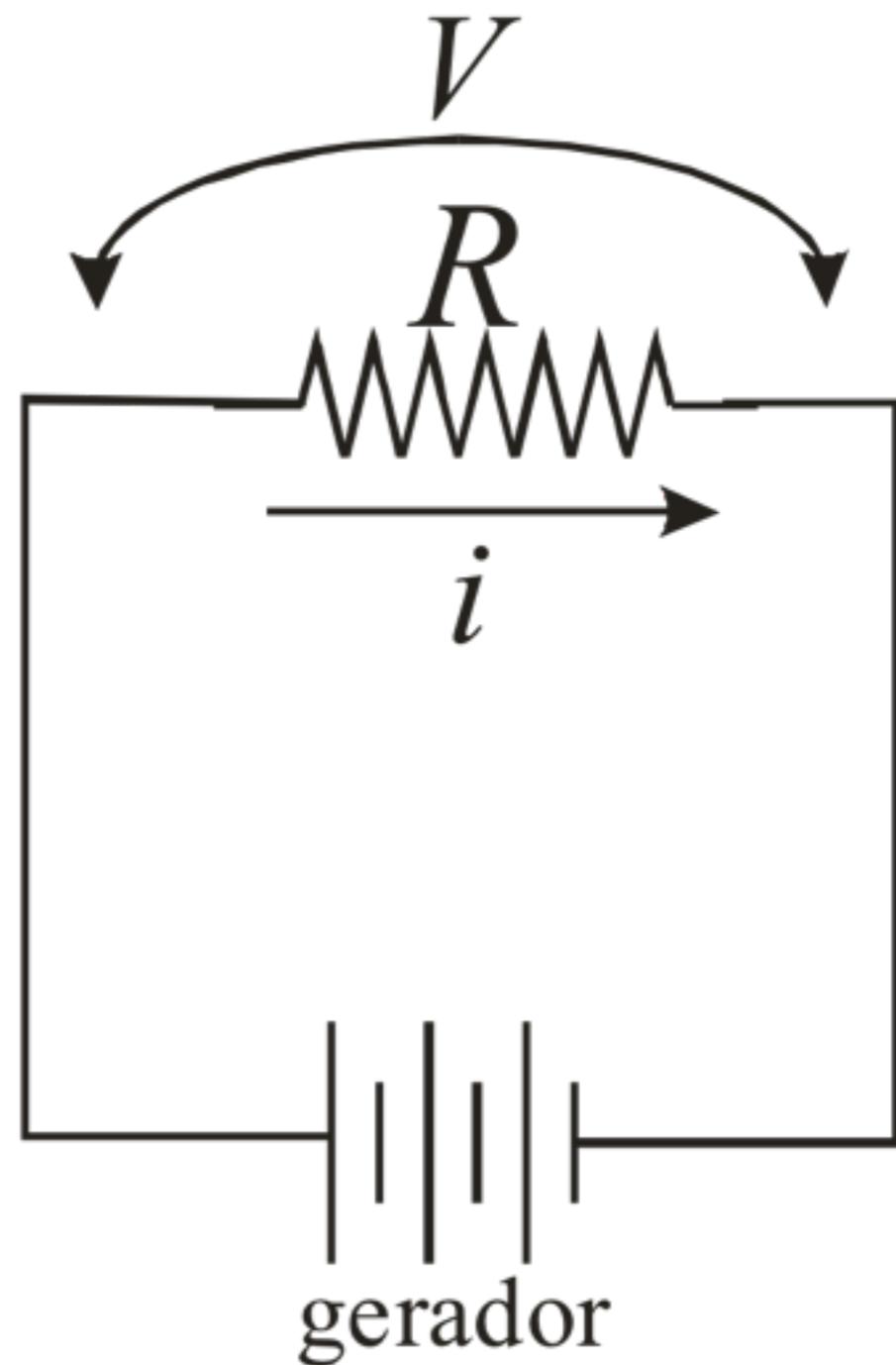


Como medir eletricidade

- Muitas técnicas
 - Balança de correntes
 - Mede a força entre dois fios utilizando uma balança mecânica
 - Balança eletrostática
 - Mede a carga entre dois objetos utilizando uma balança mecânica
 - Amperímetros/voltímetros
 - Instrumentos utilizados para medir correntes e tensões elétricas
 - Muito utilizado em situações práticas do dia-a-dia

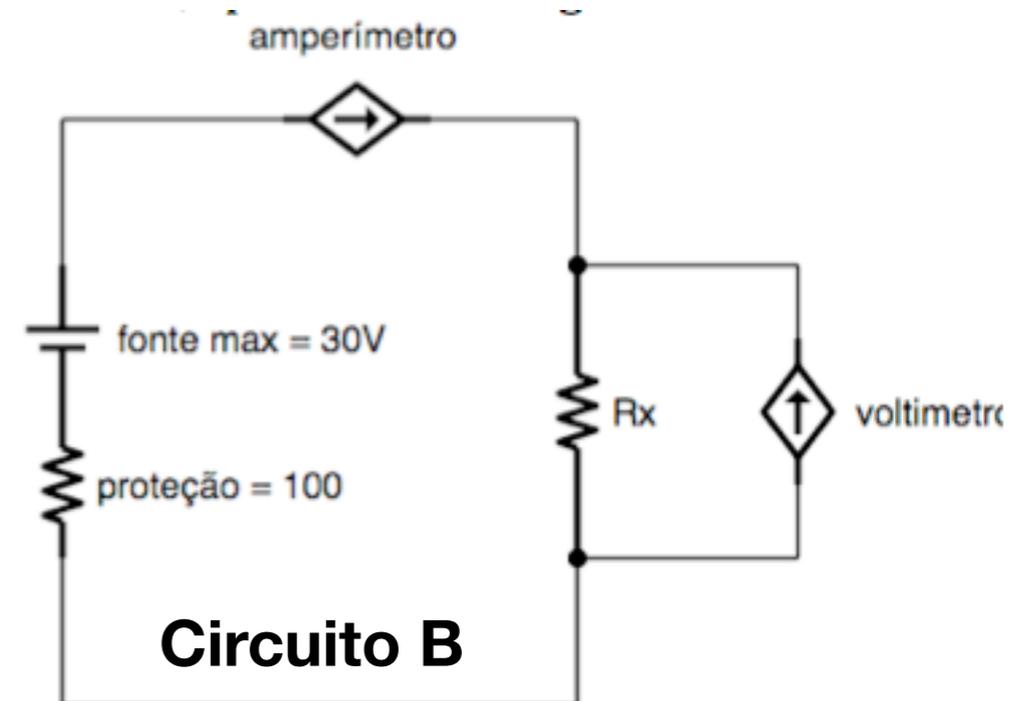
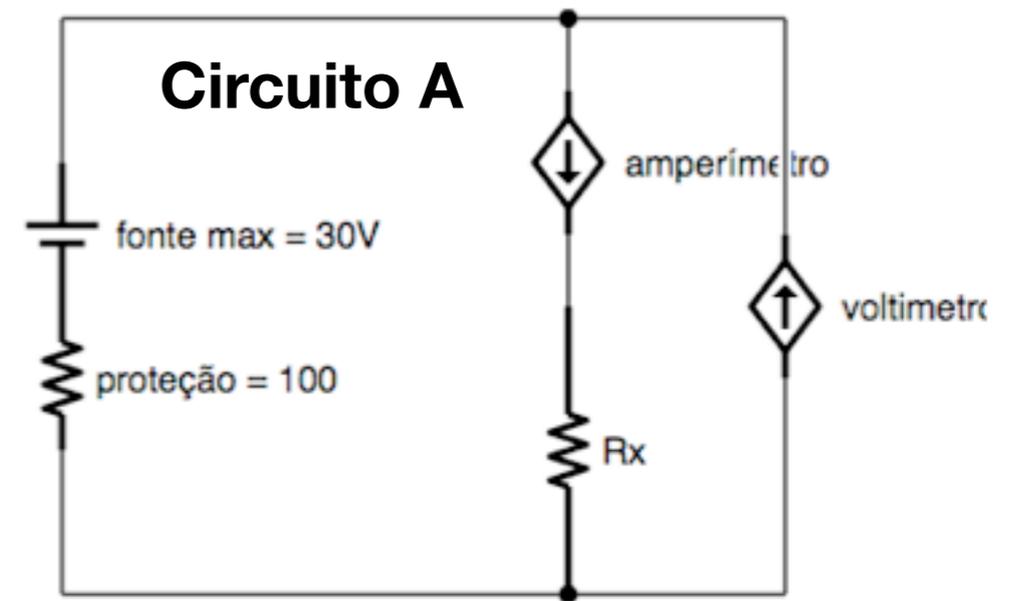
Medindo resistências

- Utilizando um circuito elétrico simples
 - Mede-se a tensão elétrica sobre o resistor
 - Mede-se a corrente que flui sobre o mesmo
 - Calcula-se $R = V/i$



Na prática

- Utiliza-se um voltímetro para medir a tensão no resistor
- E um amperímetro para medir a corrente no resistor
- Resistor de proteção para não ter perigo de grandes correntes
- Duas opções de circuito elétrico
 - Qual é melhor?
 - Há diferenças entre um método e outro?



Atividades

- Medir a resistência elétrica de três resistores comerciais
 - Valores nominais: $R = 1\Omega$, $1k\Omega$ e $2.7M\Omega$
- Montar o circuito A e, para cada resistor:
 - Ajustar fonte com valor aleatório entre 2V e 20 V (repetir ~20 vezes)
 - Medir Tensão V no voltímetro e corrente i no amperímetro
 - Para o resistor de 1 Ohm, utilize escala de 10 A no amperímetro
 - Nesta escala a conexão elétrica é diferente
- Repetir procedimento para o circuito B para cada resistor
 - Sugestão: Faça todas as medias do circuito A e depois mude para o circuito B

Análise dos dados

- Para cada circuito e cada resistor encontre o valor médio de resistência e sua incerteza
- Compare o valor médio obtido no circuito A com o obtido no circuito B para cada resistor em número de incertezas
 - Você acha que os resultados nos dois circuitos são compatíveis?
 - Proponha um modelo para o voltímetro e amperímetro (ver texto sobre instrumentos de medidas) e calcule, a partir dos seus resultados, a resistência interna do voltímetro e amperímetro. Compare com os valores tabelados nos manuais dos instrumentos.
- **VEJA ROTEIRO PARA MAIS DETALHES DA ANÁLISE DOS DADOS!**

Para saber mais

- Os conceitos básicos de eletricidade abordados neste experimento podem ser encontrados em vários livros de Física Básica. Recomendamos a leitura, ao leitor interessado em aprofundar este tema, dos seguintes livros:
 - H. M. Nussenzveig, Curso de Física Básica, Vol. 3, Cap. 6, Ed. Edgar Blücher, 2004.
 - D. Halliday e R. Resnick, Fundamentos de Física, Vol 3., Cap. 28., LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1997.
- História da eletricidade: <http://www.electricityforum.com/electricity-history.html>