

Introdução às Medidas em Física

2ª Aula

Experiência I:

Medidas de Tempo e o Pêndulo Simples

Objetivos:

Realizar medidas de tempo e adquirir noções sobre ordem de grandeza em medidas de tempo

Estudo do período de oscilação de um pêndulo

Noções de estatística:

Introdução a erros aleatórios ou estatísticos

Média e desvio padrão

Introdução a histogramas

Ocorrências

Frequências

Densidade de probabilidade

Como realizar medidas

Análise do instrumento de medida

identificação do tipo e funcionamento

Fundo de escala e unidade

seleção conveniente

Precisão e incerteza da medida

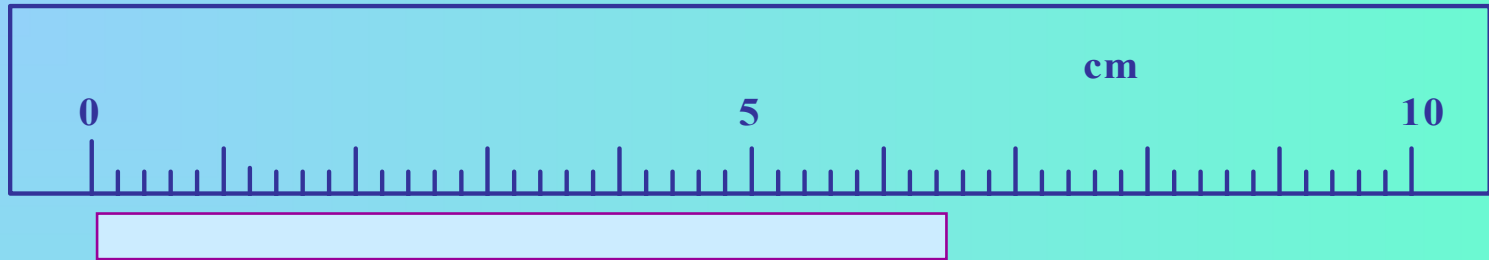
Instrumental

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)

Método

Aleatórios



Régua - mede distâncias

Fundo de escala = 10 cm

Precisão = menor divisão/2 = 0,1 cm ou 1 mm

Para realizar a medida:

$$\text{Comp} = (6,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

↑
duvidoso

Características de uma medida

Medidas repetidas

- Diferentes experimentadores
- Diferentes instrumentos

Nunca iremos obter o valor verdadeiro em nossas medições

características da própria grandeza sendo medida
limitações intrínsecas e inevitáveis dos nossos instrumentos e técnicas de medida

Conceitos envolvidos em uma medida experimental

Definindo:

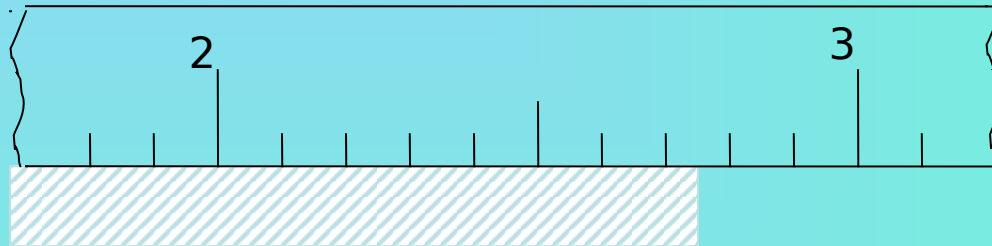
Erro = *valor verdadeiro - valor medido*

toda medida experimental apresenta um erro, que precisa ser estimado e compreendido

Incerteza = *estimativa estatística do valor do erro*

Incerteza instrumental

Algarismos significativos



$(2,74 \pm 0,05)$ cm

Dizemos que os algarismos 2, 7 e 4 são os algarismos significativos do valor da medida, sendo 4 o algarismo duvidoso;

E 5 é o único algarismo significativo da incerteza.

Incerteza devido ao método

Erros Estatísticos ou Aleatórios:

Resultam de variações aleatórias no resultado da medição devido a fatores que não podem ser controlados;

A estimativa desse erro é chamada de incerteza estatística;

Essa incerteza é obtida por métodos estatísticos, como o desvio padrão da média.

Há uma distribuição de valores medidos, concentrados em um intervalo

Há várias distribuições possíveis de valores medidos

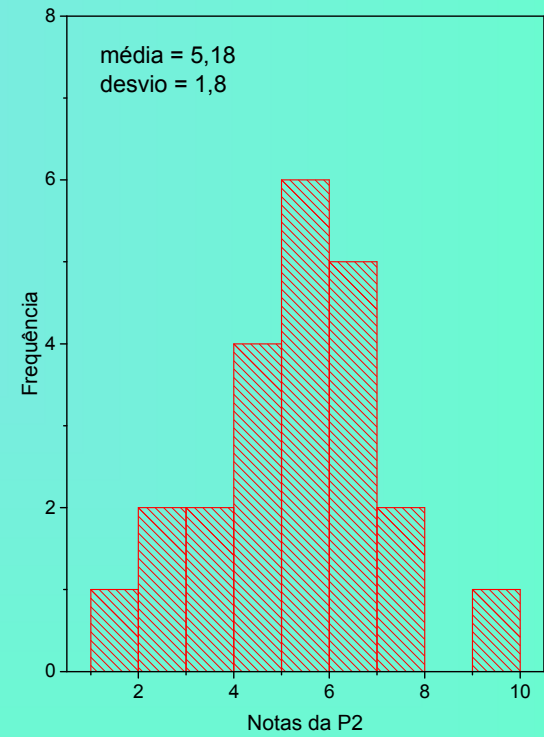
Grandezas físicas sujeitas a erros aleatórios costumam se distribuir de forma simétrica próxima a uma gaussiana (distribuição normal ou de Gauss)

Incerteza devido ao método como apresentar resultados?

Tabelas

Estudante	Nota
1	9.4
2	7.7
3	7.2
4	6.7
5	6.4
6	6.3
7	6.2
8	6.2
9	5.7
10	5.6
11	5.2
12	5.1
13	5.1
14	5.0
15	4.9
16	4.4

Gráficos



Incerteza devido ao método

Tabelas

Identificação

Legenda

Cabeçalho

Unidades

Incertezas

Tabela III.1: Alguns valores experimentais para a constante de gravitação ao longo dos anos.

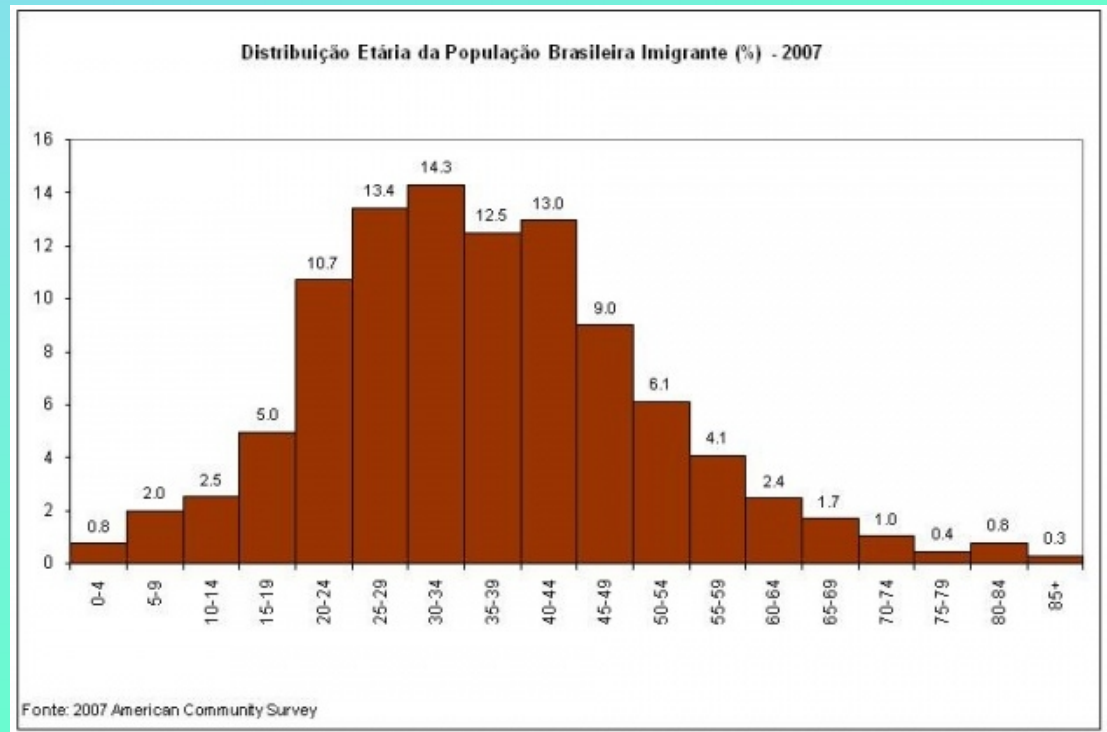
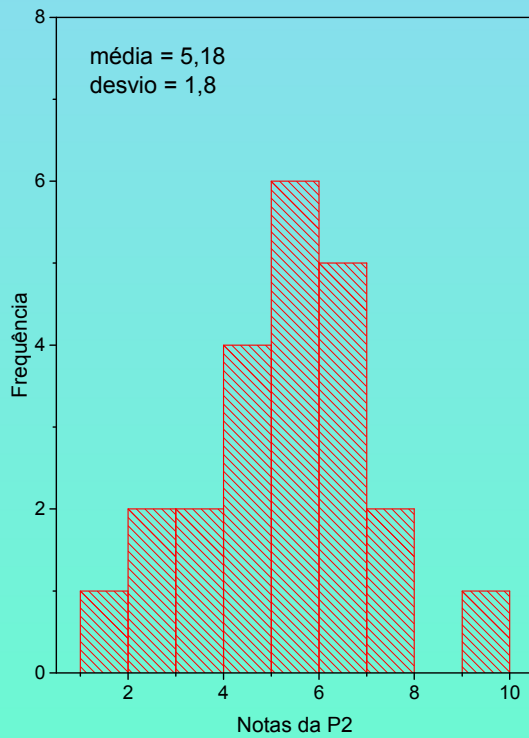
ano	$G \pm \sigma$ ($10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$)
1798	$6,75 \pm 0,05$
1930	$6,670 \pm 0,005$
1988	$6,67259 \pm 0,00085$

Representação de conjuntos de medidas: Histogramas

Tipo de gráfico onde os dados são colecionados em “canais” de largura conveniente ao longo da abscissa, enquanto nas ordenadas está representada a frequência de ocorrência dos valores correspondentes a cada canal.

Incerteza devido ao método como apresentar resultados?

Histogramas frequência absoluta ou relativa



Incerteza devido ao método

Histogramas

**1ª etapa : decidir a
escala e a largura do
canal do histograma**

mínimo : 2 s

máximo: 7 s

largura do canal: 1 s

medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2

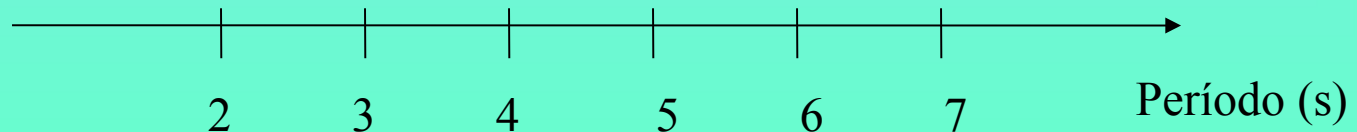
Incerteza devido ao método

Histogramas

2ª etapa : calcular a frequência com que os dados aparecem em cada intervalo

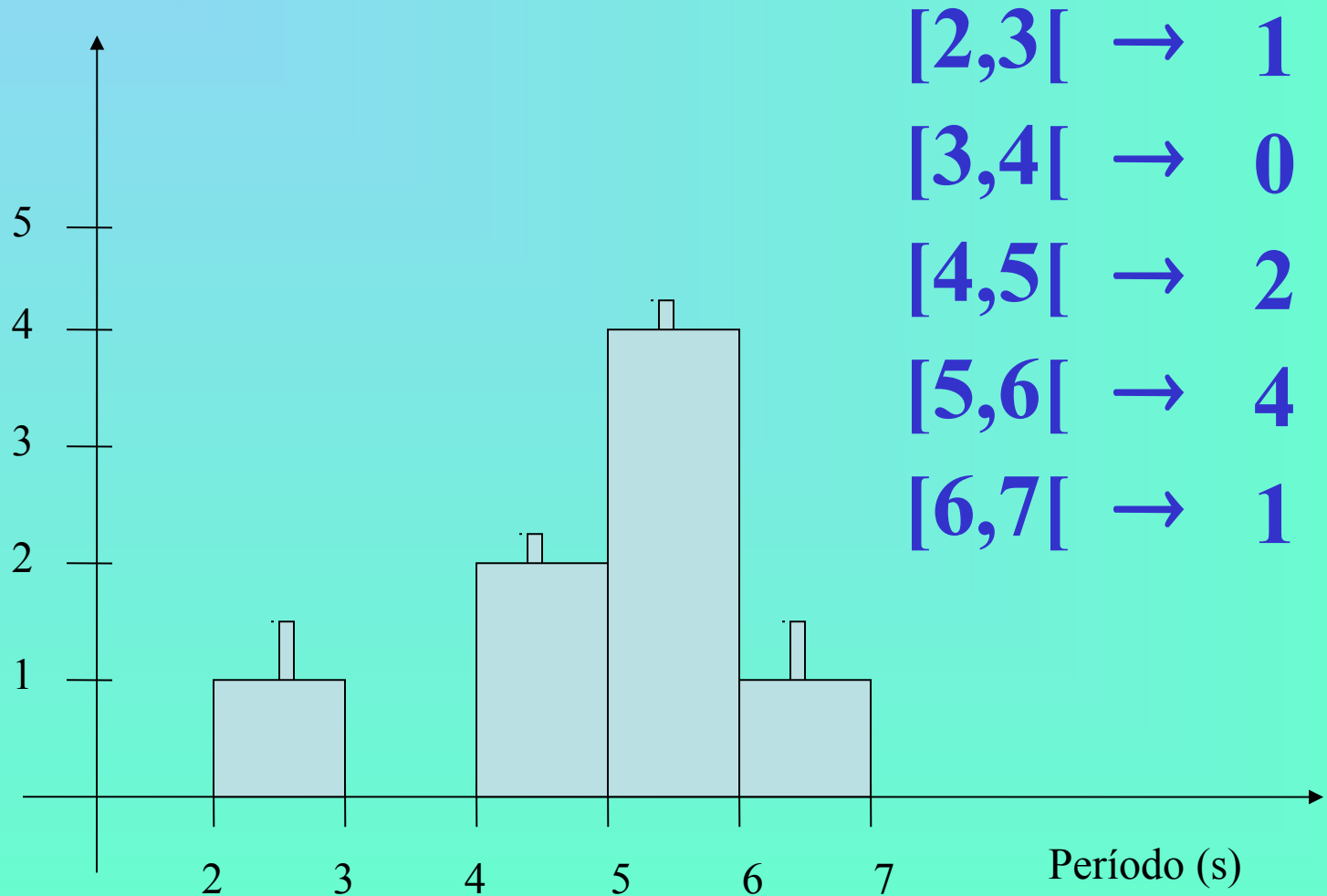
3ª etapa : preencher o histograma

medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2



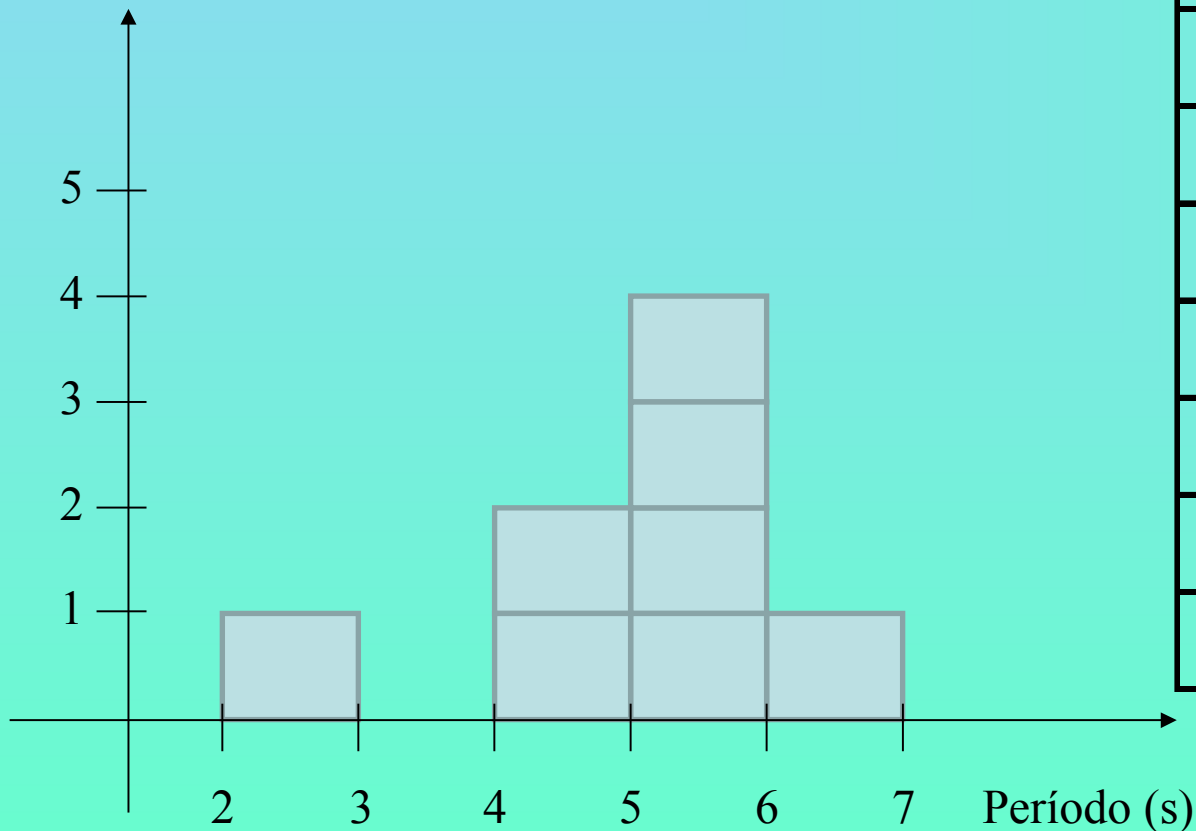
Incerteza devido ao método

Histogramas



Incerteza devido ao método

Histogramas



medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2

Incerteza devido ao método

Se o resultado experimental varia a cada nova medida, como representá-lo?

Quantitativamente:

Resultado da medida → Média:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

onde N medidas x_i foram realizadas

Incerteza devido ao método

Quantitativamente:

Incerteza → Flutuação dos dados

Desvio Padrão:

$$s = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

onde N medidas x_i foram realizadas

- Representa a “média” do módulo da diferença entre as medidas e a média das medidas.

Incerteza devido ao método

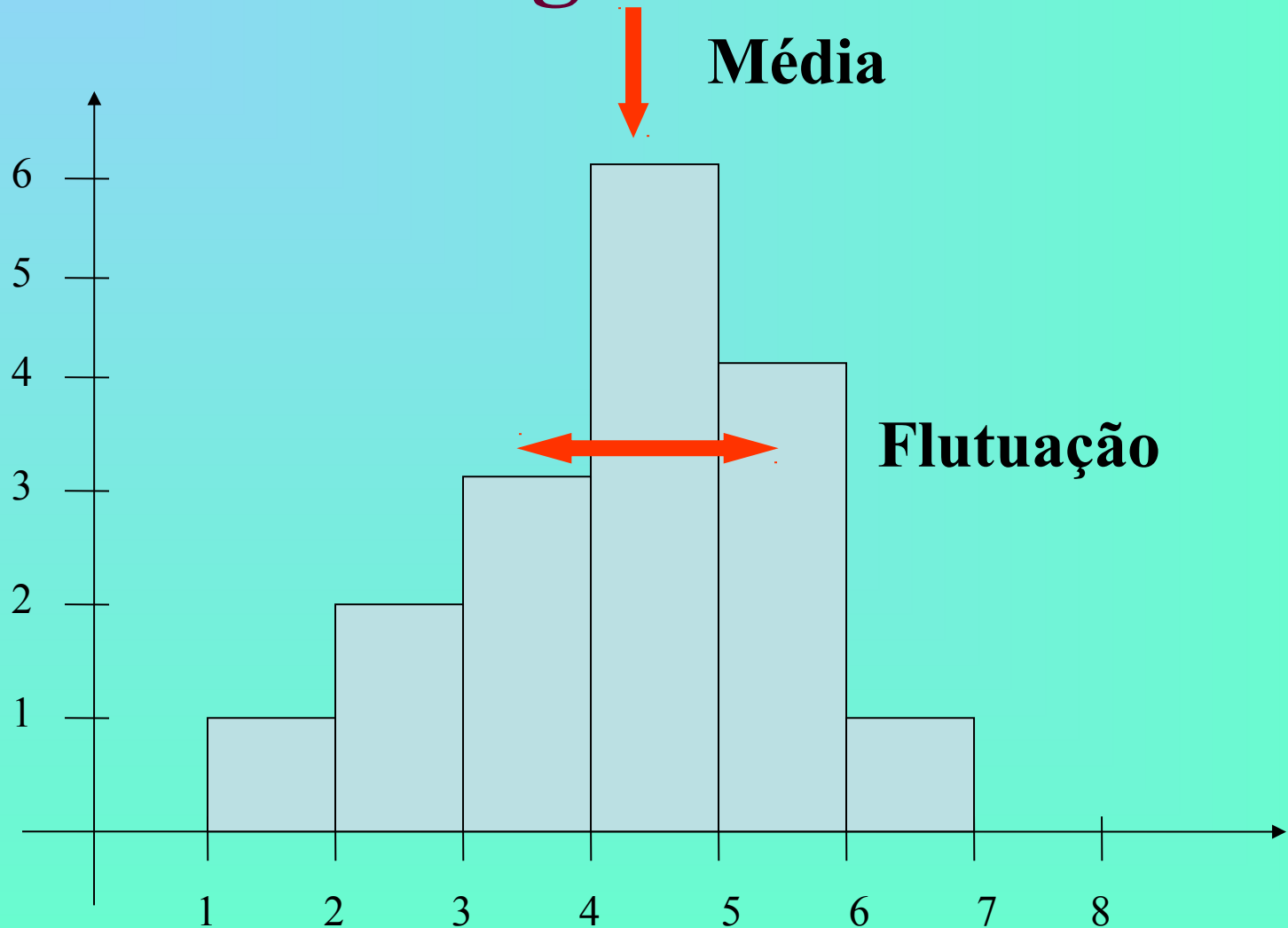
Mas, ao aumentar o número de medidas, nosso resultado não deveria ser melhor? Será que o desvio padrão é a incerteza da medida?

Incerteza da média – Desvio Padrão da Média:

$$S_m = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

onde N medidas x_i foram realizadas

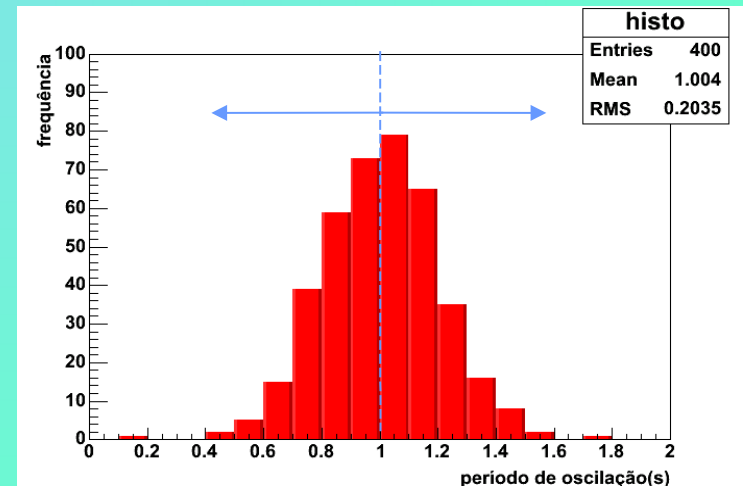
Representação dos Dados - Histogramas



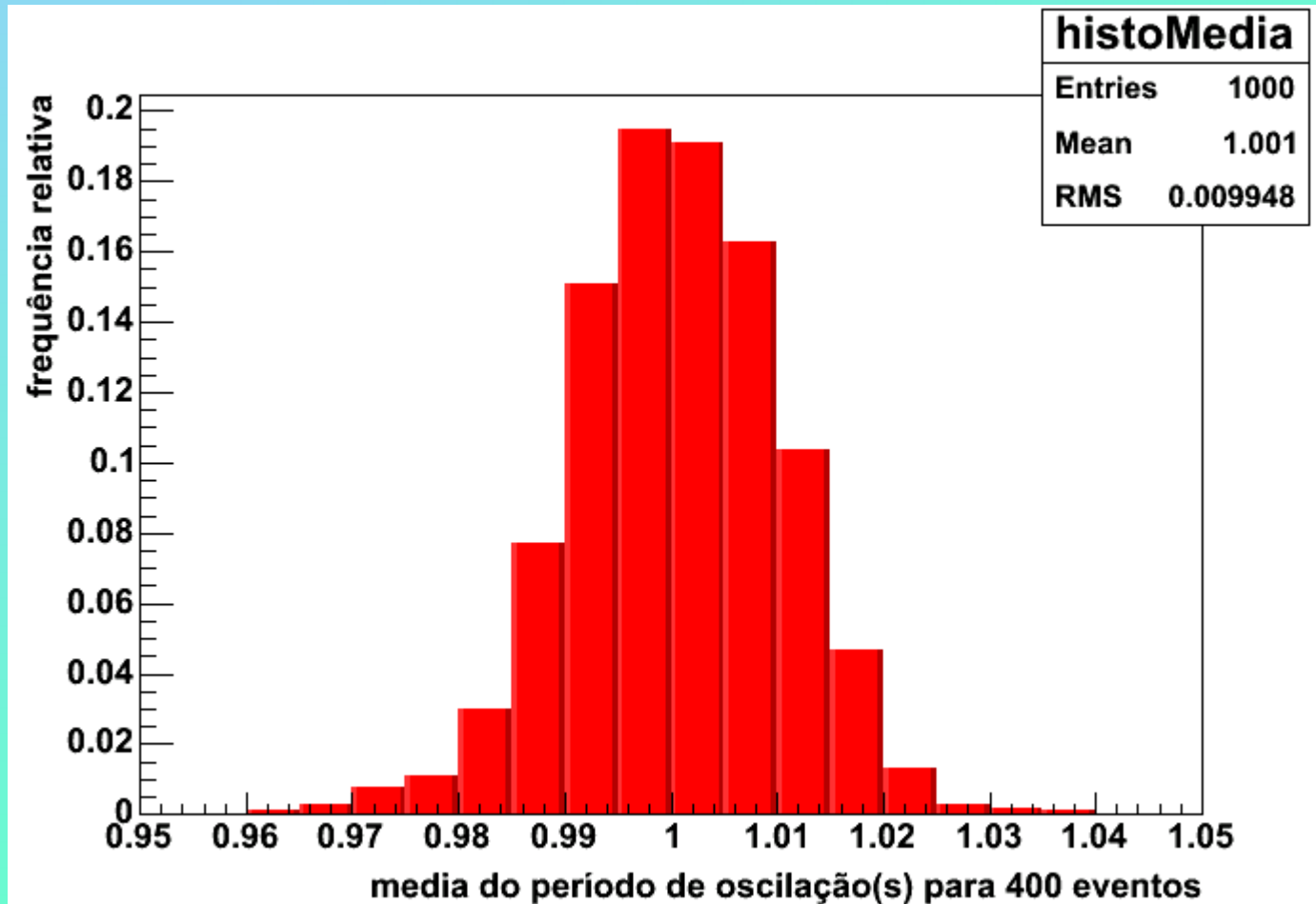
Erros Estatísticos ou Aleatórios

Inicialmente, que características devemos esperar para a distribuição dos dados obtidos?

Simétrica em torno de um certo valor, e decresce ao se afastar desse valor.



Frequência de ocorrência

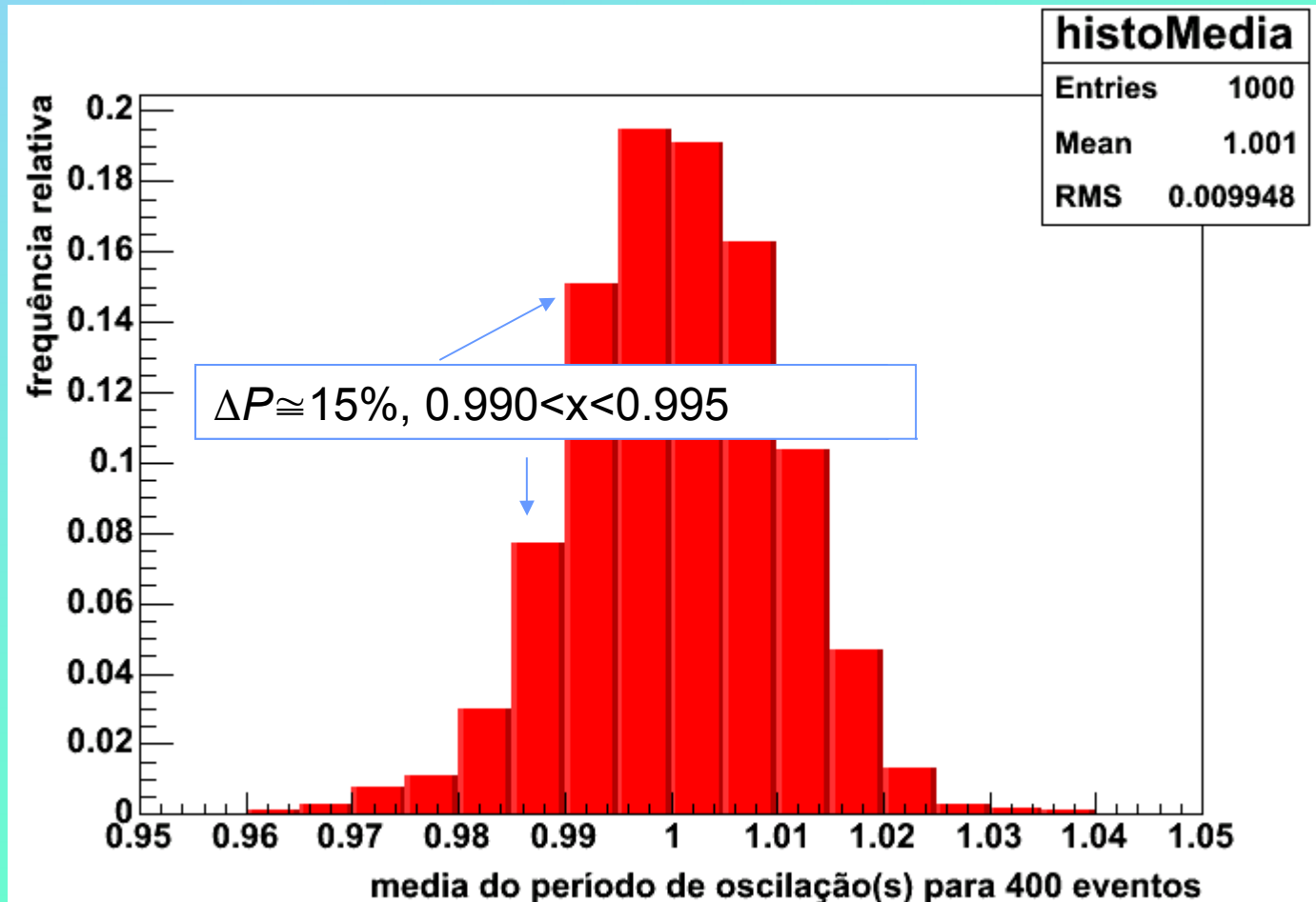


Frequência de ocorrência

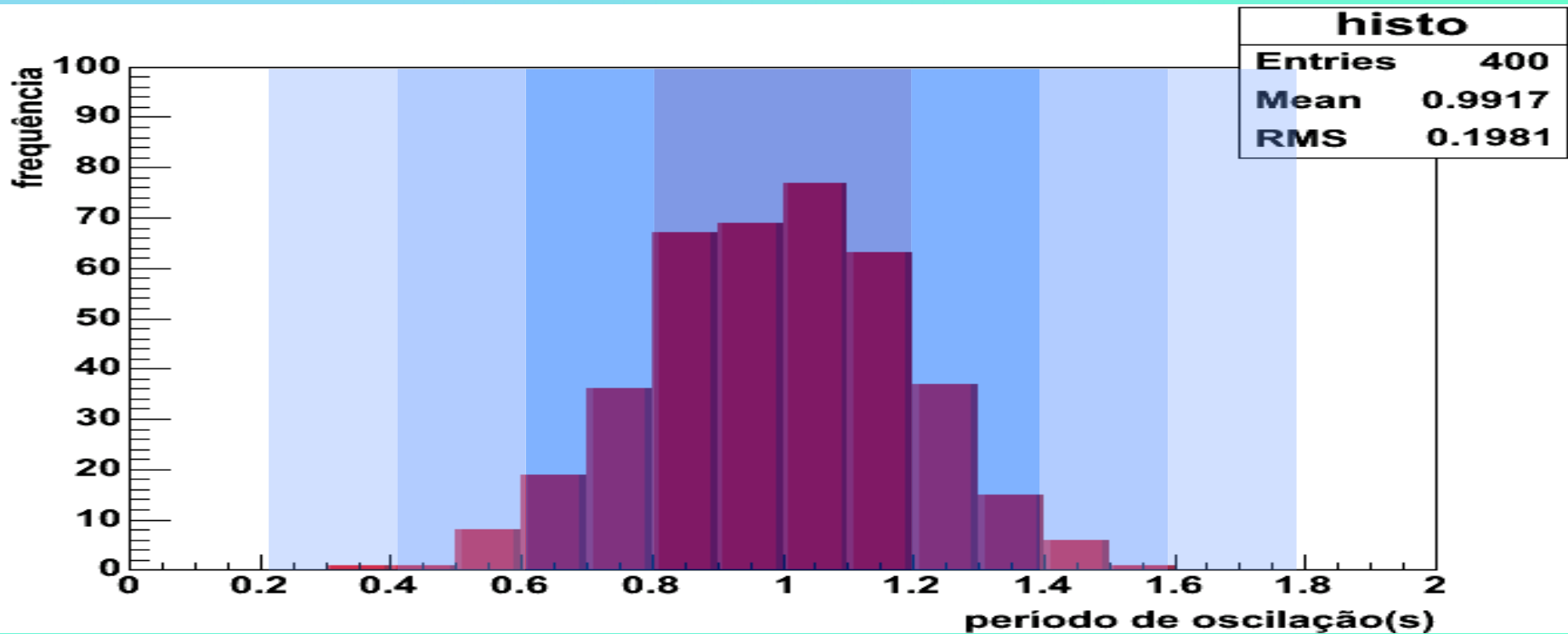
Qual o significado da frequência de ocorrência?

Podemos dizer que cada canal representa a probabilidade de se fazer uma medida entre o limite inferior e o limite superior do canal

Frequência de ocorrência



Interpretação Estatística da Média e Desvio Padrão



Quase
Impossível

Muito
Pouco
Provável

Pouco
Provável

Provável

Muito Provável

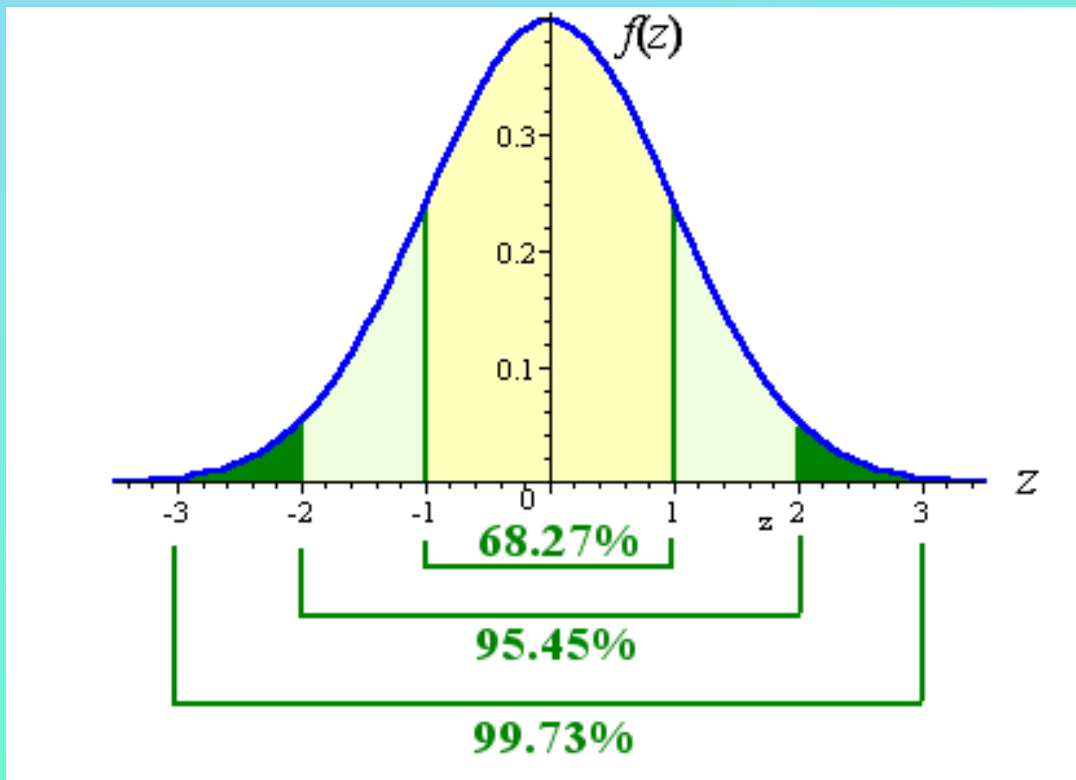
Provável

Pouco
Provável

Muito
Pouco
Provável

Quase
Impossível

Interpretação de distribuições de valores - probabilidades

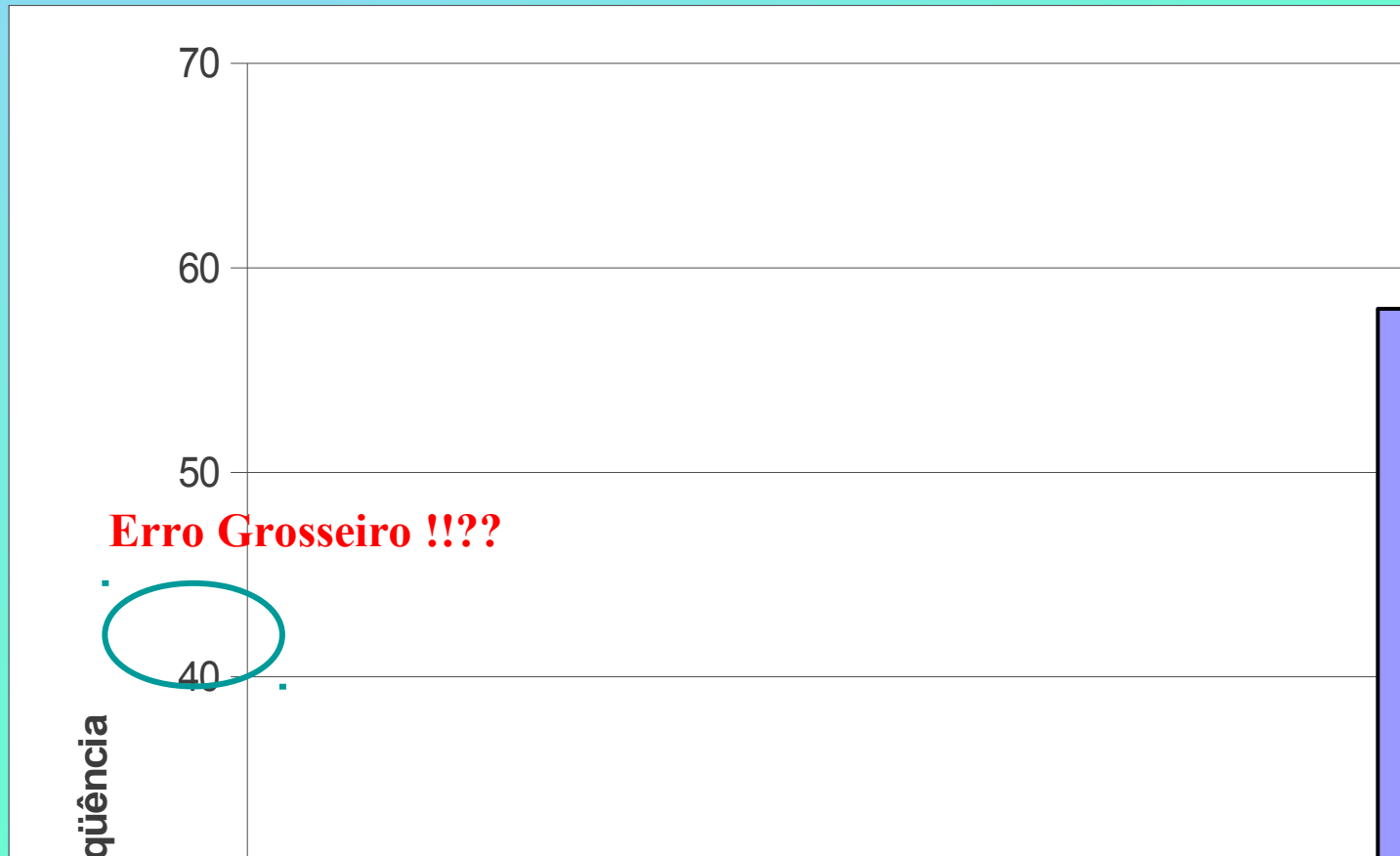


$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

Distribuição normal

$$z = (x - m)/s$$

Checando dados



Graficamente

Média

Valor mais provável

Desvio Padrão (dist)

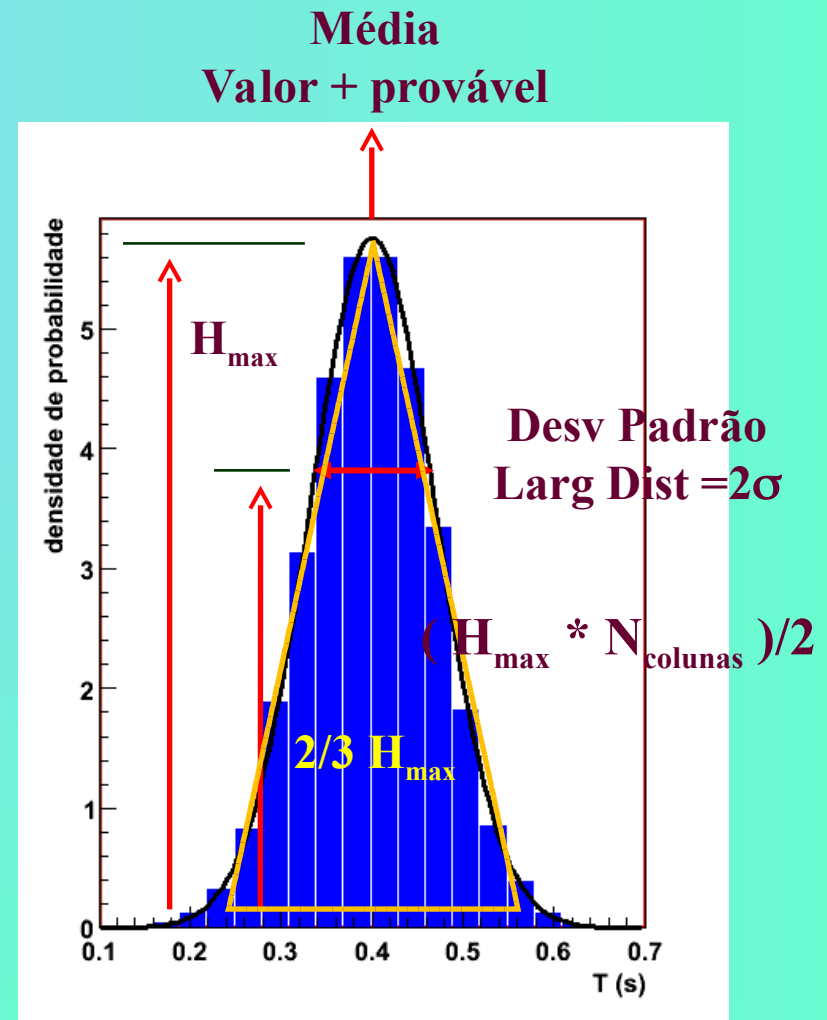
1/2 largura a 2/3 da altura máxima

Incerteza da média

Incerteza estatística

Desvio padrão/raiz (N)

Área de triângulo para aproximação de N



O Pêndulo Simples

Baseado em hipóteses simples, pode-se deduzir a relação entre o período de oscilação (T) e o comprimento do fio (L):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

onde g é a aceleração da gravidade

Aula de hoje:

Medidas experimentais

Medir o tempo para dez oscilações de um pêndulo simples usando um cronômetro – medidas individuais (todos os alunos medem 8 vezes), mas podem ser simultâneas.

Inserir dados em planilhas (do grupo – da sala)

**Calcular média e desvio padrão por grupo –
USO DE PLANILHAS**

Fazer histograma do grupo E DA SALA

**Medir comprimento do pêndulo. Calcular T esperado
(algarismos significativos)**

Comparação com o modelo

Calcule o valor esperado para o período do pêndulo que você utilizou através da expressão:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

onde L é o comprimento do fio g é a aceleração da gravidade.

Comparação com o modelo

O valor medido experimentalmente e o valor obtido através da expressão matemática são iguais?

Como é possível compará-los?

A medida do comprimento tem incerteza?

Como você acha que isso vai afetar o valor do período obtido pela expressão matemática?