

Introdução às Medidas em Física

4300152

2ª Aula (07/08/2012)

Nemitala Added

nemitala@dfn.if.usp.br

Prédio novo do Linac, sala 204, r. 6824

Algarismos significativos

Algarismos usados para representar um valor

Quantidade define confiabilidade e precisão

345 - 1200,0 - 0,0004 - 43 - 12,45

3

5

1

2

4

~~$12 \cdot 10^2$~~

$12,000 \cdot 10^2$

$4 \cdot 10^{-4}$

Para contar número de algarismos significativos de um valor inicia-se pelo primeiro algarismo não nulo.

50.000 Kg
 ↑
 Medida em Ton
 $51 \text{ ou } 49 \text{ Ton}$ → $50 \cdot 10^3 \text{ Kg}$
 50 Ton

Arredondamento

$3,1415926535$

3 sig → 3,14

5 sig → 3,1416

Regra: adiciona-se uma unidade ao último algarismo significativo, se o valor do algarismo seguinte for igual ou maior que 5; caso contrário mantem-se o mesmo valor

$2,34999$
 ↑↑
 3 sig → 2,35
 2 sig → 2,3

Conceitos envolvidos em uma medida experimental

Supondo que existe um valor verdadeiro associado à grandeza que está sendo medida, nunca iremos obter esse valor em nossas medições.

Isso ocorre devido a características da própria grandeza sendo medida ou limitações intrínsecas e inevitáveis dos nossos instrumentos e técnicas de medida.

Conceitos envolvidos em uma medida experimental

Definindo:

Erro = *valor verdadeiro - valor medido*

pode-se afirmar que toda medida experimental apresenta um erro, que precisa ser estimado e compreendido.

Incerteza = *estimativa estatística do valor do erro*

Representação Numérica

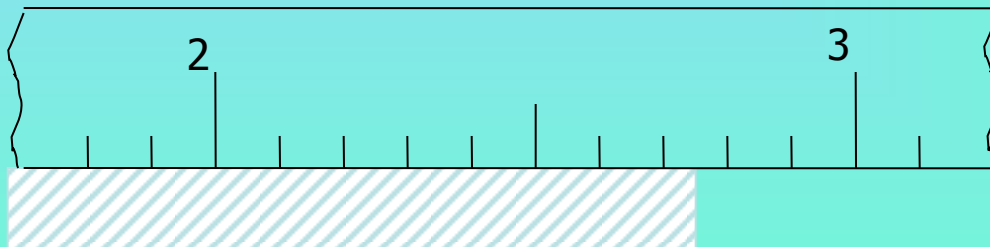
Se toda medida tem uma incerteza, como representá-la?

(Valor \pm incerteza)

Representação Numérica

Como avaliar a incerteza?

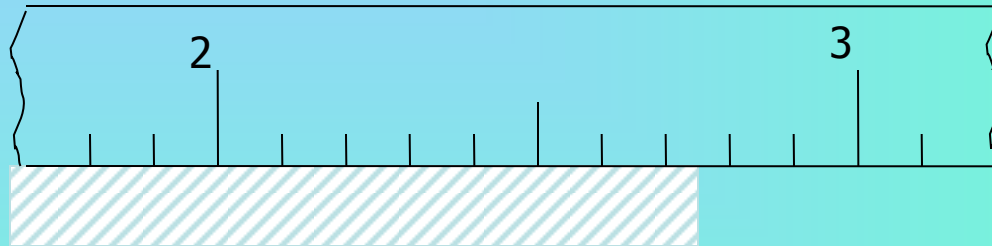
Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento.



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

metade da menor divisão ($1 \text{ mm} \div 2 = 0,5 \text{ mm} = 0,05 \text{ cm}$)

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.

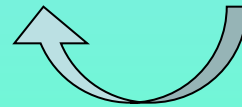
Algarismos significativos

Regra geral:

Só faz sentido colocar um (em alguns casos dois) algarismo significativo na incerteza.

E a incerteza é que determina o número de algarismos significativos da medida.

Forma correta: $(2,74 \pm 0,05)$ cm



Faz sentido dizer que o resultado da medida foi $(2,746 \pm 0,050)$ cm ? Ou seja, estimar mais um algarismo significativo no valor da medida ?

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

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)

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.

Medidas de tempo

Tente estimar:

O tempo de queda de uma borracha da mesa para o chão;

O tempo de chute de uma bola;

O tempo entre dois toques de dedo de uma batucada;

O tempo gasto para escrever a palavra tempo e para assinar o seu nome.

O Pêndulo Simples

O pêndulo é constituído por um ponto material suspenso por um fio inextensível e sem massa;

Apenas as forças peso e tração agem sobre o ponto material;

É válida a aproximação $\sin(\theta) \approx \theta$, onde θ é o ângulo entre o fio e a vertical, durante a oscilação.

O Pêndulo Simples

Baseado nessas hipóteses, 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.

O Pêndulo Simples

É possível construir um “pêndulo simples” com as condições que levam a essa expressão?

Não, porém podemos construir um pêndulo procurando nos aproximar das condições descritas.

O Pêndulo Simples

Se a aproximação for razoável, isto é, as incertezas experimentais forem maior que as diferenças entre a realidade e o modelo, a equação anterior descreverá nosso sistema físico.

Normalmente, uma teoria ou modelo é estudado dessa forma, com boas aproximações à realidade.

Procedimento Experimental

Cada aluno terá um cronômetro e irá medir o período de oscilação do pêndulo colocado próximo ao professor 8 vezes;

O cronômetro tem a menor divisão igual a 0,01 s. Qual será a incerteza de sua medida?

Se repetirmos várias vezes a medida, obteremos sempre o mesmo resultado? A variação nos valores obtidos será em torno de 0,01 s?

Procedimento Experimental

Qual é a melhor maneira de realizar esta medida? Que procedimento você sugere?

Quais os cuidados que devemos tomar para realizar uma boa medida?

O que você entende por uma boa medida?

Análise dos Dados

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

Graficamente:

Tabelas

Histogramas

Representação dos Dados:

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 ± 0.05
1930	6.670 ± 0.005
1988	6.67259 ± 0.00085

Representação dos Dados: 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.

Representação dos Dados: Histogramas

Suponha que realizamos a medida do período de oscilação de um pêndulo e obtivemos como resultado os seguintes valores:

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

Representação dos Dados: Histogramas

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

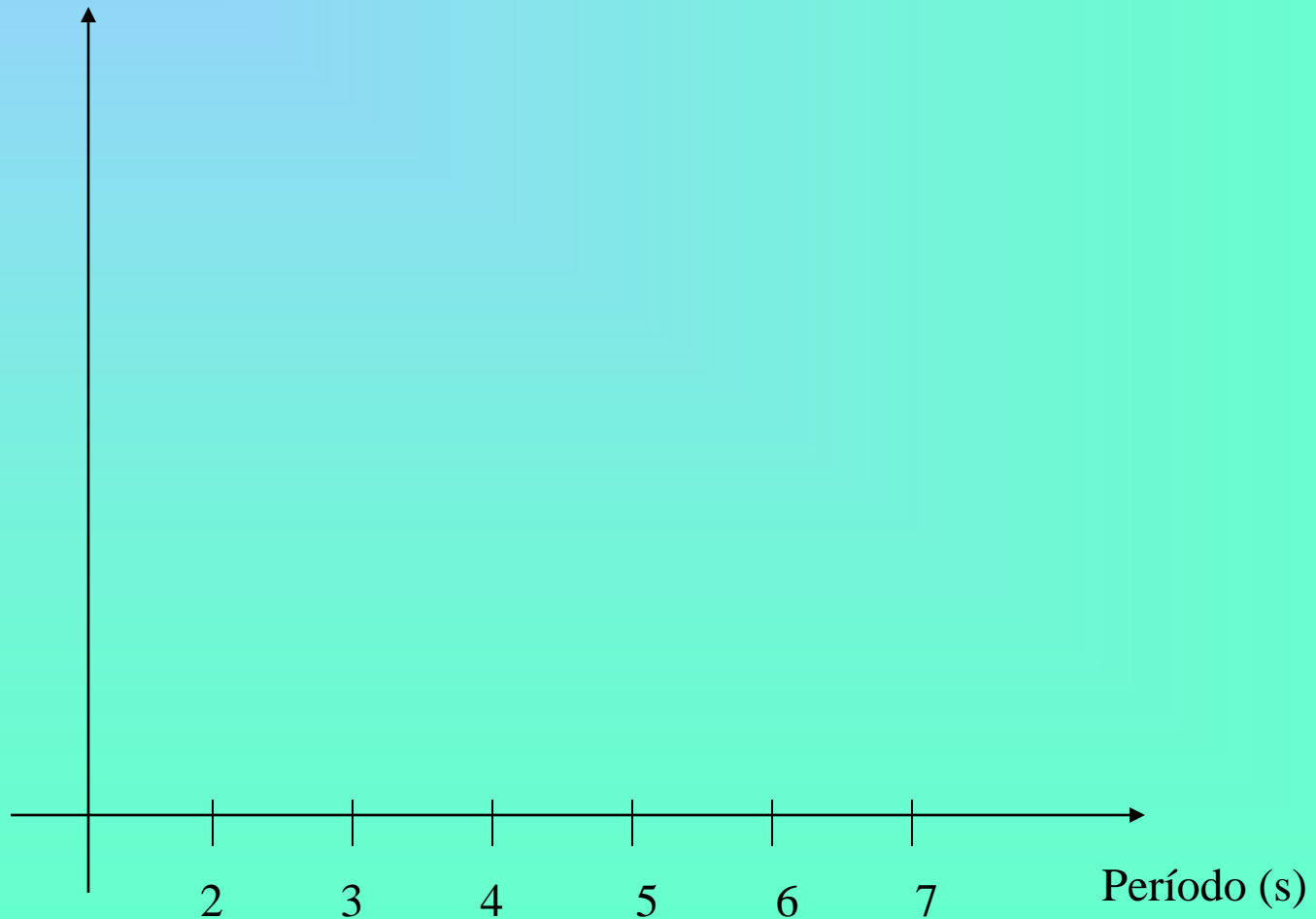
mínimo : 2 s

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

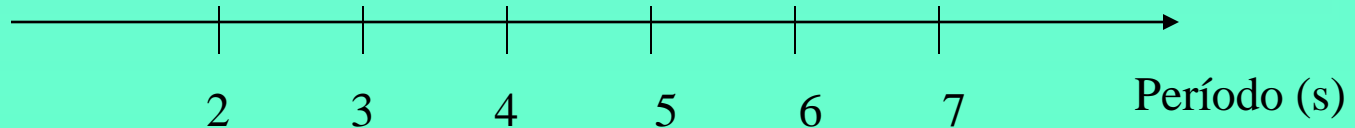
Representação dos Dados: Histogramas



Representação dos Dados: Histogramas

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

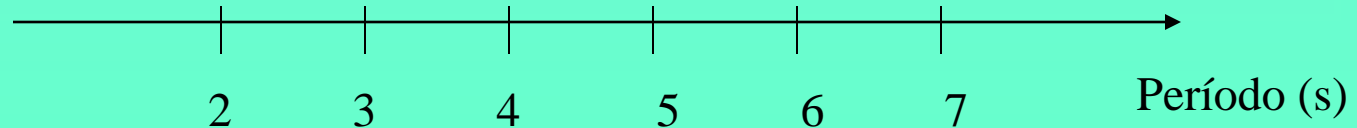
medida	período (s)
1	2,4
2	5,3
3	5,8
4	6,1
5	5,5
6	4,7
7	4,1
8	5,2



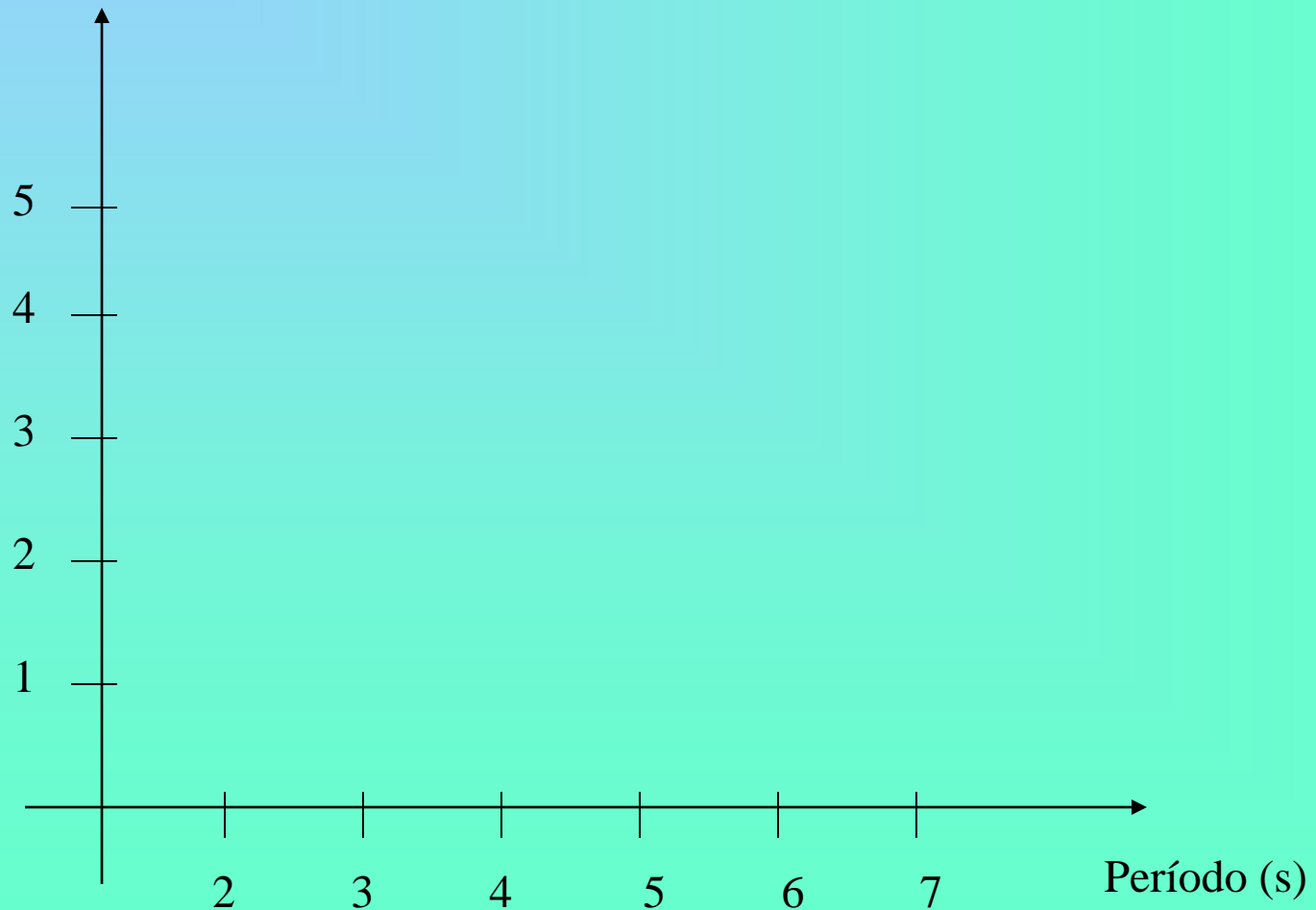
Representação dos Dados: Histogramas

[2,3[→ 1
[3,4[→ 0
[4,5[→ 2
[5,6[→ 4
[6,7[→ 1

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



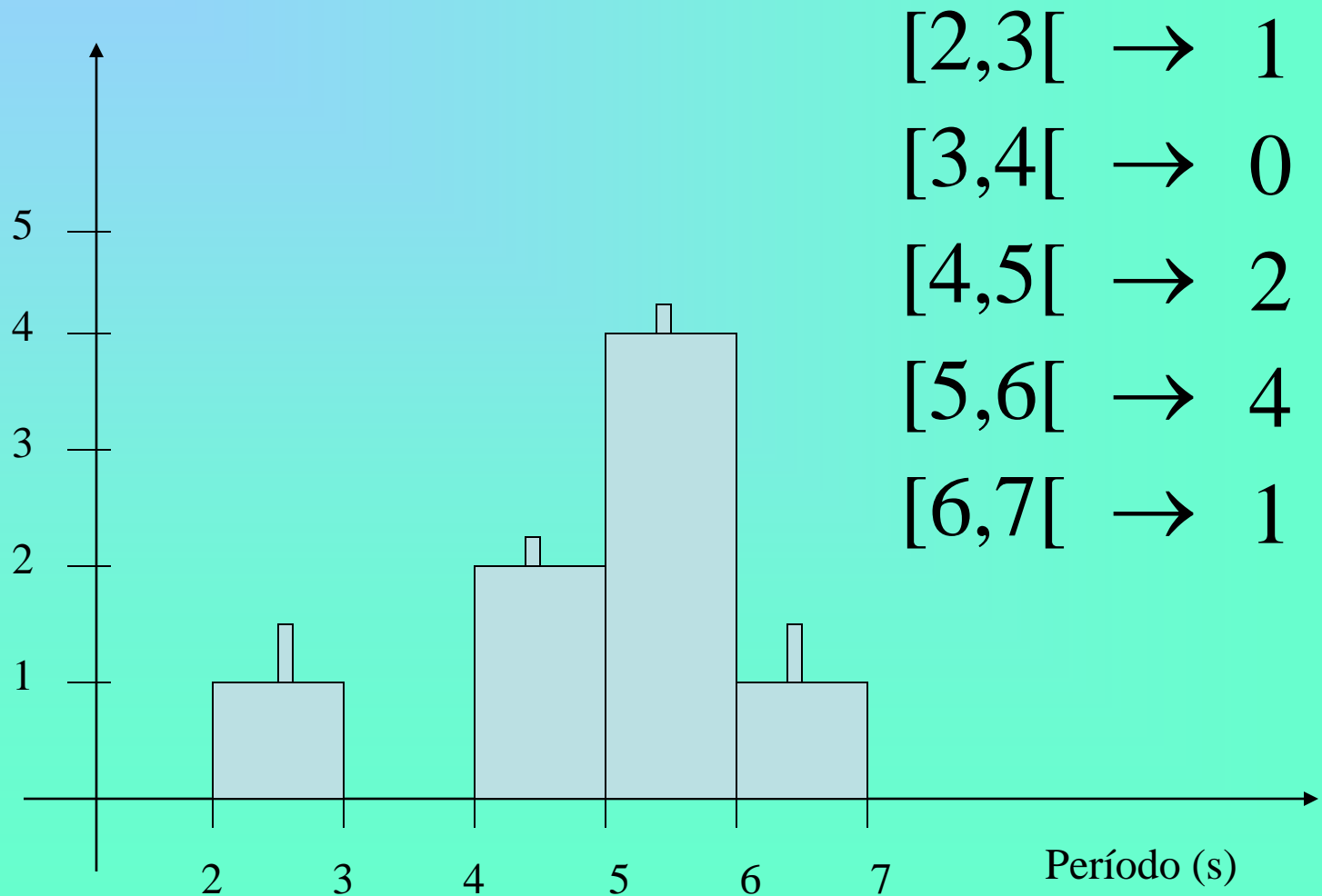
Representação dos Dados: Histogramas



Representação dos Dados: Histogramas

3ª etapa : preencher o histograma

Representação dos Dados: Histogramas



Análise dos Dados

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

Quantitativamente, precisamos:

do valor que representa o resultado da medida e da incerteza da medida.

Como calcular esses valores a partir de um conjunto de medidas?

Análise dos Dados

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

Quantitativamente:

Resultado da medida → Média:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

onde N medidas x_i foram realizadas

Análise dos Dados

Quantitativamente:

Incerteza → Flutuação dos dados

Desvio de uma medida:

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

onde x_i são as medidas realizadas

- O valor médio desses desvios seria um bom valor para quantificar a flutuação dos dados?

Análise dos Dados

Quantitativamente:

Incerteza → Flutuação dos dados

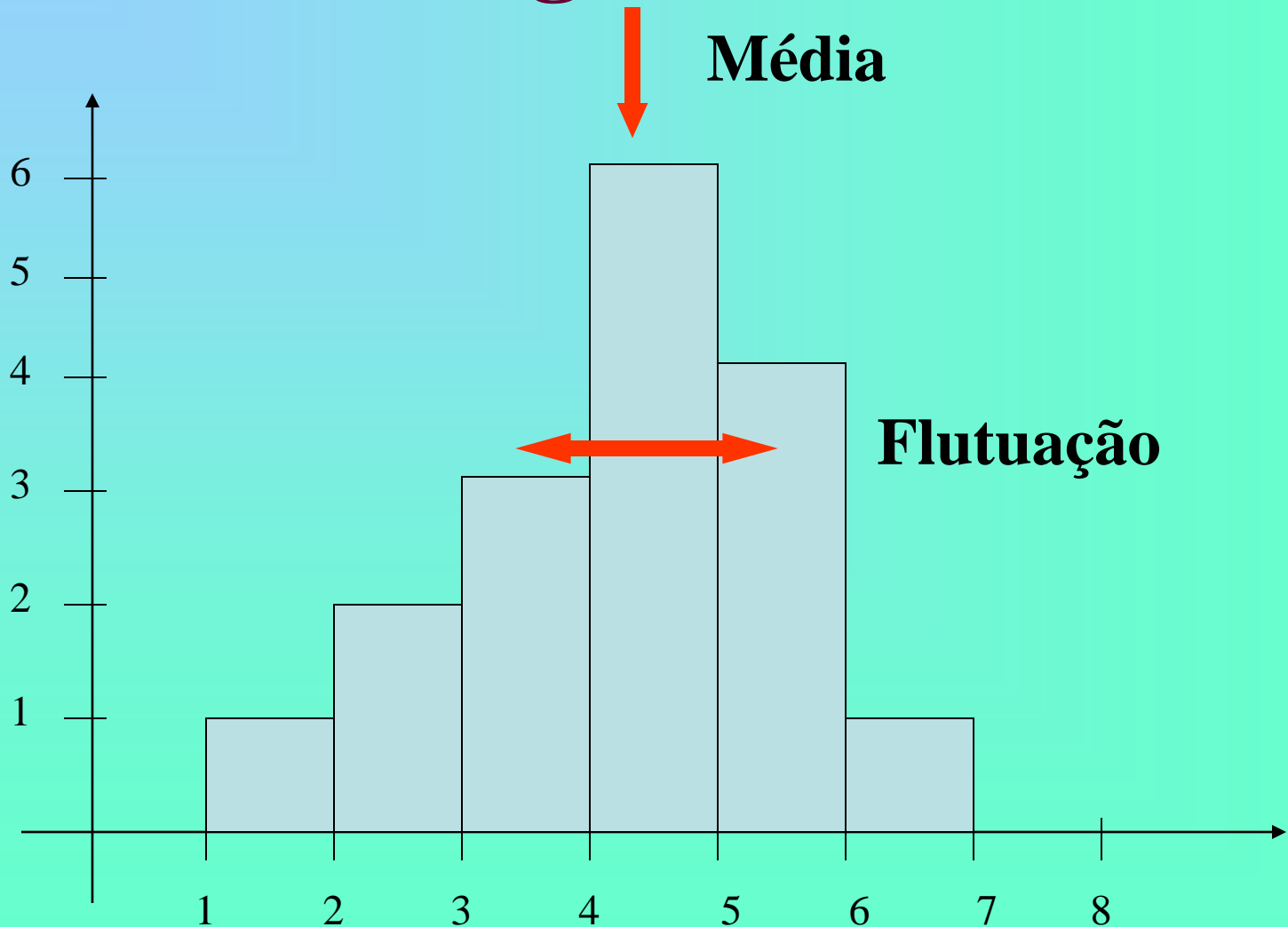
Desvio Padrão:

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

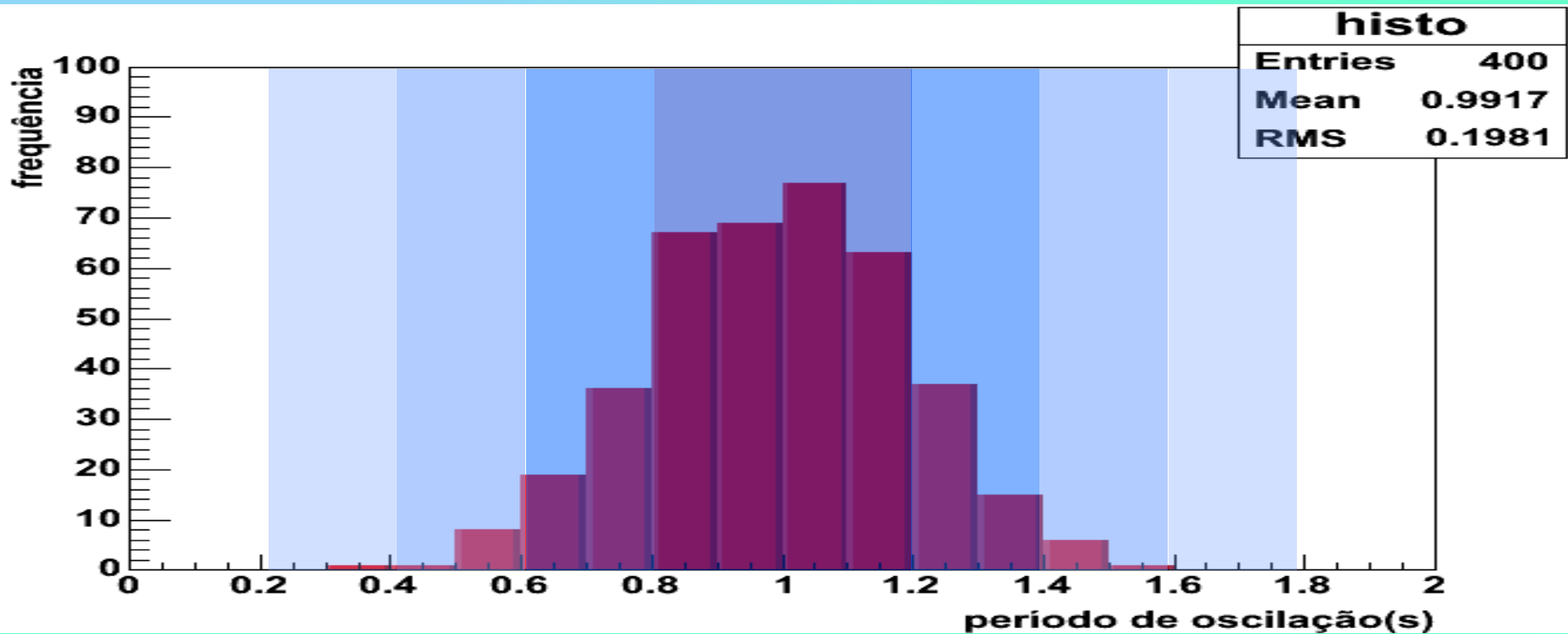
onde N medidas x_i foram realizadas

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

Representação dos Dados - Histogramas



Média e desvio padrão



Quase
Impossível

Muito
Pouco
Provável

Pouco
Provável

Provável

Muito Provável

Provável

Pouco
Provável

Muito
Pouco
Provável

Quase
Impossível

Análise dos Dados

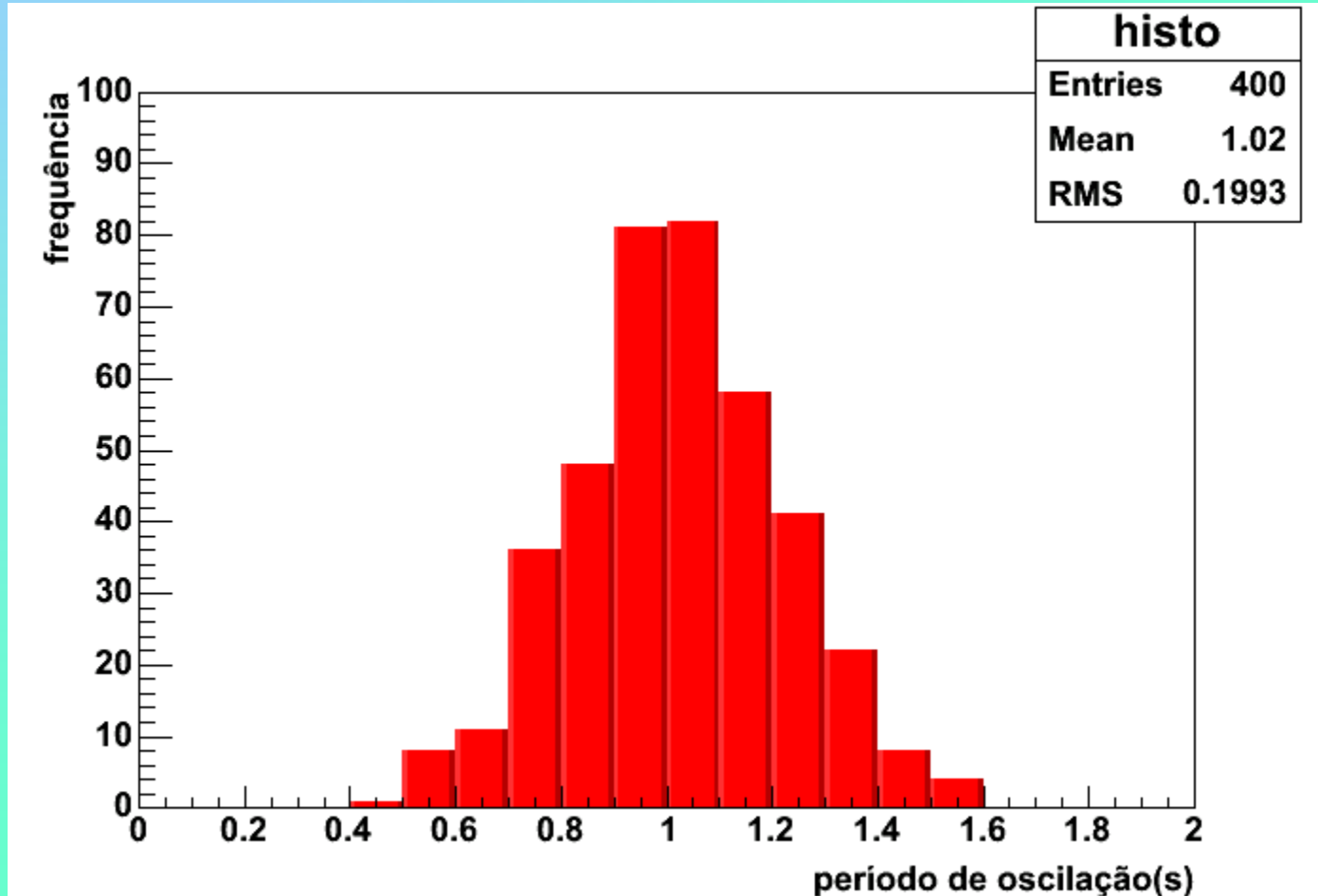
Mas, ao aumentar o número de medidas, nosso resultado não deveria ser melhor? Será que o desvio padrão é a incerteza da medida?

Incerteza da média – Desvio Padrão da Média:

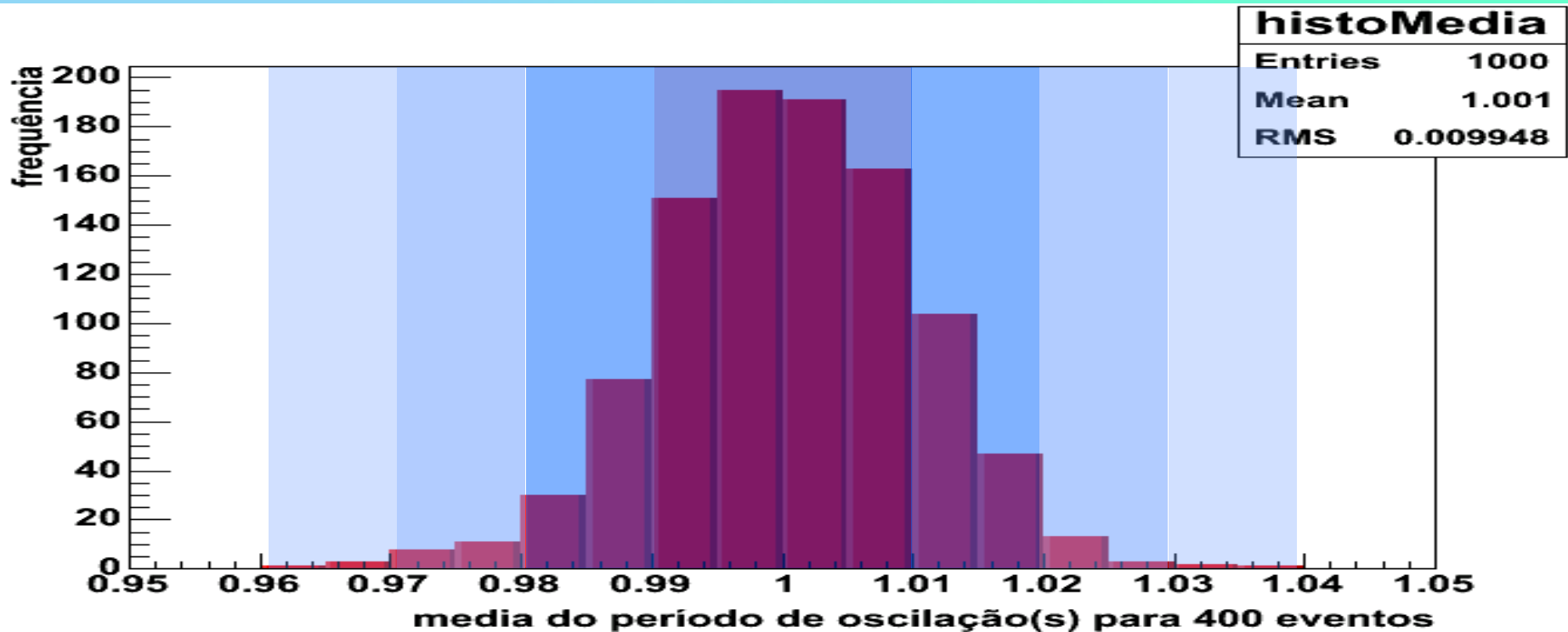
$$s_m = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

onde N medidas x_i foram realizadas

Média e desvio padrão da média



Média e desvio padrão da média



Quase
Impossível

Muito
Pouco
Provável

Pouco
Provável

Provável

Muito Provável

Provável

Pouco
Provável

Muito
Pouco
Provável

Quase
Impossível

Análise dos Dados

Preencha a tabela com os dados coletados por todos os colegas;

Calcule a média, desvio padrão e desvio padrão da média dos dados usados para fazer o histograma;

Construa um histograma dos dados seguindo as instruções do professor;

Como os valores numéricos se comparam com o histograma?