

# Introdução às Medidas em Física 4300152

## **AULA 01**

---

### NOTAS DE AULA

MAXIMILIA F. SOUZA

[MFS@IF.USP.BR](mailto:MFS@IF.USP.BR)

05 DE AGOSTO DE 2019

# Professora

Maximilia F. Souza

[mfs@if.usp.br](mailto:mfs@if.usp.br)

Tel: 3091-6638

Sala 05, Ed. Van de Graaff

Aulas :

Segunda-feira das 19:10h às 22:50h

Laboratório Didático

# Professora

Maximilia F. Souza

[mfs@if.usp.br](mailto:mfs@if.usp.br)

Tel: 3091-6638

Sala 05, Ed. Van de Graaff

Aulas :

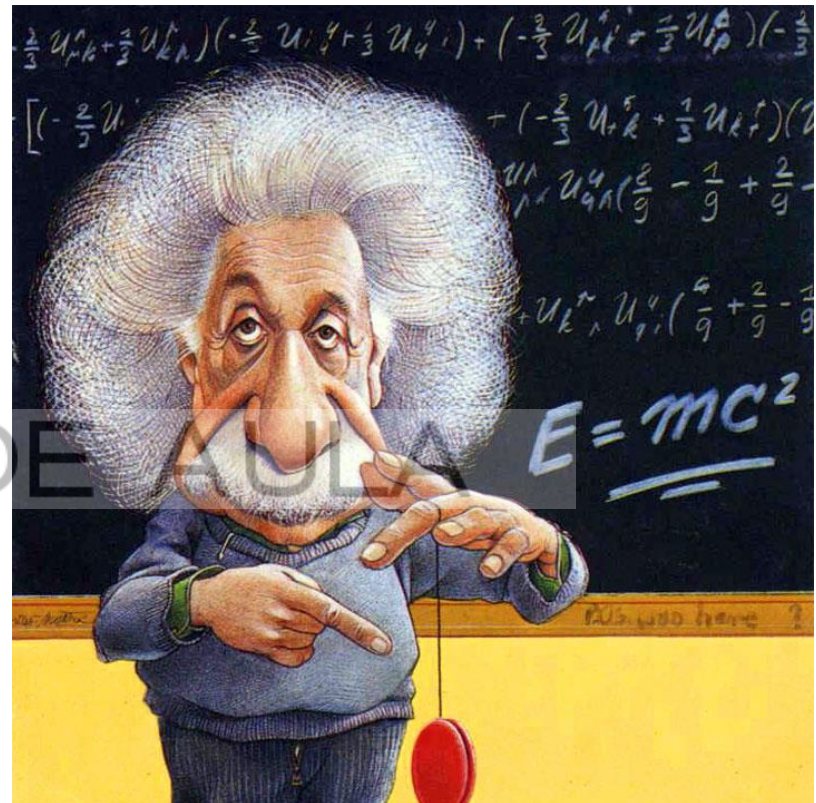
Segunda-feira das 19:10h às 22:50h

Laboratório Didático

# AULA 1

---

- ❑ Introdução da disciplina
- ❑ Orientações gerais
- ❑ Conceito de medida



NOTAS DE AULA

# OBJETIVOS DO LABORATÓRIO DIDÁTICO



# Objetivos da Disciplina

Mostrar ao aluno o papel da experimentação no desenvolvimento da Ciência.

Compreender processos de realização e análise de medidas de um fenômeno físico.

Compreender a importância de uma medida física; o processo de realização de uma medida como forma de obter informação acerca de um fenômeno físico.

NOTAS DE AULA

Pensamento crítico em física experimental.

# Objetivos da Disciplina

Mostrar ao aluno o papel da experimentação no desenvolvimento da Ciência.

**Compreender processos de realização e análise de medidas de um fenômeno físico.**

Compreender a importância de uma medida física; o processo de realização de uma medida como forma de obter informação acerca de um fenômeno físico.

Pensamento crítico em física experimental.

NOTAS DE AULA

# Objetivos da Disciplina

Mostrar ao aluno o papel da experimentação no desenvolvimento da Ciência.

Compreender processos de realização e análise de medidas de um fenômeno físico.

**Compreender a importância de uma medida física; o processo de realização de uma medida como forma de obter informação acerca de um fenômeno físico.**

Pensamento crítico em física experimental.



# Objetivos da Disciplina

Mostrar ao aluno o papel da experimentação no desenvolvimento da Ciência.

Compreender processos de realização e análise de medidas de um fenômeno físico.

Compreender a importância de uma medida física; o processo de realização de uma medida como forma de obter informação acerca de um fenômeno físico.

NOTAS DE AULA

**Pensamento crítico em física experimental.**

# Programa da disciplina

**Papel da experimentação no método científico**

**Introdução aos conceitos da física experimental**

**Noção de medida e incerteza**

**Incerteza instrumental + Medidas diretas**

**Incerteza estatística, Introdução à Teoria dos Erros**

Aplicação: o Pêndulo simples

**Propagação de incertezas e média ponderada**

Aplicação: densidade de sólidos

Aplicação: medida da distância focal de uma lente

**Análise de dados experimentais + modelos**

**Gravitação Universal e Movimento de Queda**

**Lei de Ohm**

**Leis empíricas + Escalas Logarítmicas**

**Lei de resfriamento de Newton**

**Cordas vibrantes**



# Atividades

---

## **Experimentos**

**7 Experimentos – Realizados em grupo com no  
MÁXIMO 3 alunos**

NOTAS DE AULA

# Atividades

---

## Experimentos

**7 Experimentos – Realizados em grupo com no MÁXIMO 3 alunos**



# Gravíssimo

---

Artigos duplicados, “clonados”, cópias artigos anteriores.....

Consequência: **Nota Zero** nesta situação....

Sem direito a substituição

# Atividades

---

## Experimentos

**Provas – Realizados em grupo com no MÁXIMO 3 alunos**



# Calendário

---

**Agosto**

5	Pendulo 1
12	Pendulo 2
19	densidade 1
26	densidade 2

2 Não tem aula (Sem.Pátria)

**Setembro**

9	lentes
16	queda livre 1
23	queda livre 2
30	<b>Prova 1</b>

**Outubro**

7	circuitos 1
14	Não tem aula (Sem. Lic.)
21	circuitos 2
28	Não tem aula (Func. Público)

**Novembro**

4	Resfriamento
11	Cordas Vib. 1
18	Cordas Vib. 2
25	<b>Prova 2</b>

# Cálculo da média

Média das provas:

$$P = (P_1 + 2 * P_2) / 3$$

Média dos atividades:

$$R = (\sum R_i - R_{\min}) / 6$$

Nota atividades: exercícios (casa) + guias/relatórios (casa)

$$R1 = 0,4 G_{11} + 0,4 G_{12} + 0,1 Ex_{11} + 0,1 Ex_{12}$$

$$R2 = 0,45 G_{21} + 0,45 G_{22} + 0,1 Ex_2$$

Se  $P \geq 3$  e  $R \geq 5$  :

$$M = (4 * P + 6 * R) / 10$$

Se  $P < 3$  ou  $R < 5$ :

$$M = \min\{P, R\}$$

Se  $P < 3$  e  $R < 5$ :

$$M = P$$

Se  $M \geq 5$ :

Aprovado



# Frequência

---

Faltas podem ser no máximo 3

- Alunos com falta não são elegíveis para receber a nota integral do relatório
- 1 falta em exper de 2 dias - 50% nota relatório
- 2 faltas em exper de 2 dias - 0% nota relatório
- 1 falta em exper de 1 dia - 0% nota relatório
- Não há aula de reposição

# Moodle da USP

**STOA** ➔ <http://stoa.usp.br>

Faça seu cadastro no STOA e tenha informações importantes da disciplina, assim como acesso a envios de atividades durante o curso

The screenshot shows the USP e-Disciplinas website. At the top, there is a navigation bar with the USP logo and the text "Universidade de São Paulo e-Disciplinas Sistema de Apoio às Disciplinas". Below this, there are input fields for "usuário antigo" and "senha antiga", and a "ACESSAR" button. To the right, there is an orange button labeled "ACESSO SENHA USP".

The main content area features a large banner image of a university campus. Overlaid on this image is a semi-transparent box with the text "DISCIPLINAS DA USP" and "Ambiente virtual de apoio à graduação e pós-graduação". Below this text is an orange "ACESSO" button and a search bar with the placeholder text "Buscar pelo NOME, SIGLA, ANO ou SUMÁRIO".

At the bottom of the page, there are links for mobile apps: "Apps: iOS ANDROID WINDOWS". On the right side, there is contact information: "Helpdesk da Pró-Reitoria de Graduação", "Telefone: +55 11 3091-5057", and "E-mail: suportegrad@usp.br".

# Bibliografia

---

☐ Stoa- Página da disciplina

☐ Livros :

➤ Fundamentos da Teoria de Erros, J.H. Vuolo

➤ Tratamento estatístico de dados em física experimental, O. Helene, V. Vanin



# Medidas

---

**Ciência experimental:** determinar o valor numérico de uma grandeza e dar uma ideia da confiabilidade da medida.

**O que é uma medida?**

**Medir significa quantificar uma grandeza com relação a algum padrão tomado como unidade.**

# Como realizar medidas

---

## Análise do instrumento de medida

identificação do tipo e funcionamento

## Fundo de escala e unidade

seleção conveniente

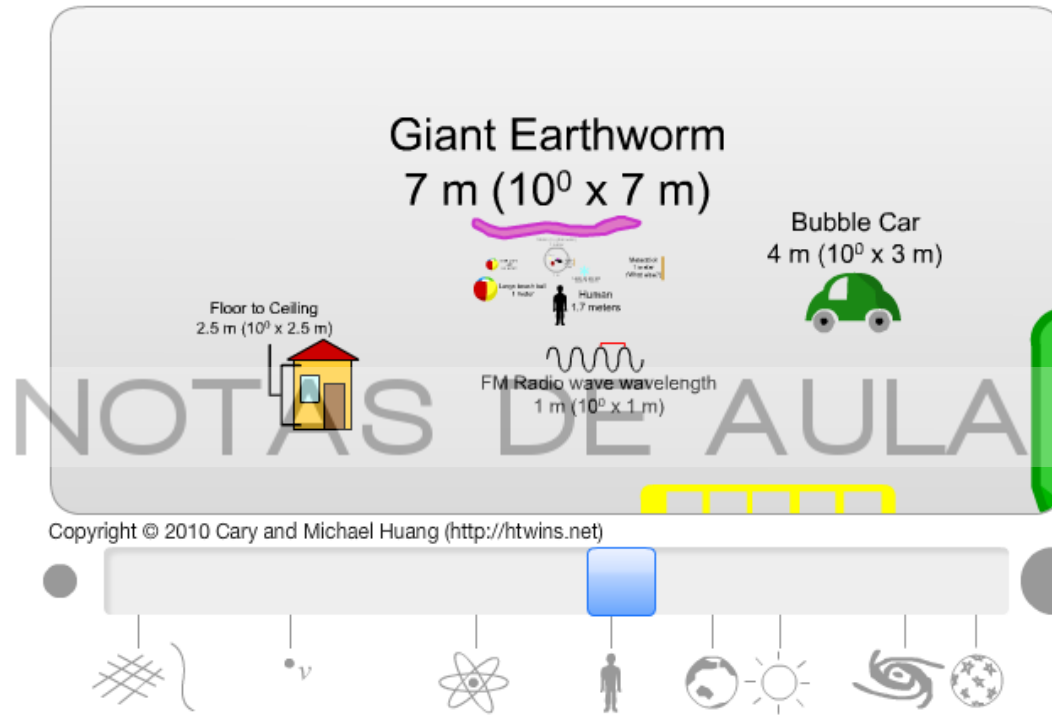
## Precisão e incerteza da medida

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)

# Escalas

## The Scale of the Universe



Copyright © 2010 Cary and Michael Huang (<http://htwins.net>)

<http://htwins.net/scale/>

# Como realizar uma medida

## Instrumentos de medida



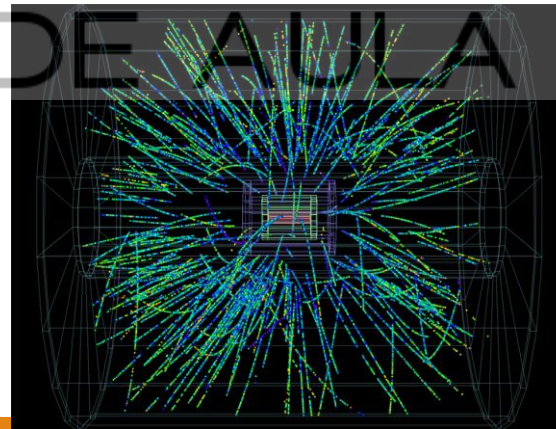
# Como realizar uma medida

Algumas medidas utilizamos outros equipamento, como:



**Brazilian** Synchrotron on Light Laboratory (LNLS) - Sirius

NOTAS DE AULA



**Large Hadron Collider - LHC**



# Sistema Internacional (SI)

---

Definição de valores padrão, representação usada internacionalmente

- Unidades

- m (metro)
- kg (quilograma)
- s (segundo)
- N (Newton)
- J (Joule)
- W (Watt)
- C (Coulomb)
- V (Volt)
- A (Ampere)
- $\Omega$  (Ohm)
- T (Tesla)

# Ordem de grandeza

---

## Representação adequada

- Precisão

Dist. Cósmicas - 1 ano luz = 9.454.254.955.488 km

- Leitura

15.000.000 g - 15 ton -  $15 \cdot 10^3$  Kg

Normalmente utiliza-se potências de 10 para representar uma quantidade

# Algarismos significativos

---

**Regra Geral:** Deve-se apresentar a medida com apenas os algarismos de que se tem certeza mais um único algarismo duvidoso.

Algarismos usados para representar um valor

- Quantidade define confiabilidade e precisão
  - 345 - 1200,0 - 0,0004 - 43 - 12,45

**1200,0** {  $12 \cdot 10^2$  (Errado) }  
          {  $12,000 \cdot 10^2$  (Certo) }

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

# Notação científica

---

$$\begin{aligned}12.300.000 &= 1,23 \times 10^7 \\1.230.000 &= 1,23 \times 10^6 \\123.000 &= 1,23 \times 10^5 \\12.300 &= 1,23 \times 10^4 \\1.230 &= 1,23 \times 10^3 \\123 &= 1,23 \times 10^2 \\12,3 &= 1,23 \times 10^1 \\1,23 &= 1,23 \times 10^0 \\0,123 &= 1,23 \times 10^{-1} \\0,0123 &= 1,23 \times 10^{-2} \\0,00123 &= 1,23 \times 10^{-3} \\0,000123 &= 1,23 \times 10^{-4} \\0,0000123 &= 1,23 \times 10^{-5} \\0,00000123 &= 1,23 \times 10^{-6} \\0,000000123 &= 1,23 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

NOTAS DE AULA

# Arredondamento

---

3,1415926535    3 sig    →    3,14

5 sig    →    3,1416

2,34999    3 sig    →    2,35

↑↑

2 sig    →    2,3

2,43 → 2,4 (3 < 5 “arredonda para baixo”)

3,688 → 3,69 (8 ≥ 5 “arredonda para cima”)

NOTAS DE AULA

# Cálculo com algarismos significativos

---

## Soma ou diferença:

Resultado final deve ser escrito mantendo a precisão do operando de **menor precisão**.

$$\begin{array}{r} 2,5 \times 10^4 + 1234 = 25 \text{ |||} \\ \quad \quad \quad 1234 \\ \hline 26 \text{ |||} \end{array} \rightarrow 2,6 \times 10^4$$
$$47,186 + 107,4 + 68,93 = 223,516 \rightarrow 223,5$$

## Multiplicação ou divisão:

Resultado final deve ser escrito com o mesmo número de significativos do componente com **menos significativos**.

$$\begin{array}{r} 2,5 \times 10^4 \times 1234 = 25000 \\ \quad \quad \quad 1234 \\ \hline 30850000 \end{array} \rightarrow 3,1 \times 10^7$$

# Características de uma medida

---

Se eu repetir várias vezes uma determinada medida, vou obter sempre o mesmo resultado?

E se um outro experimentador repetir a medida?

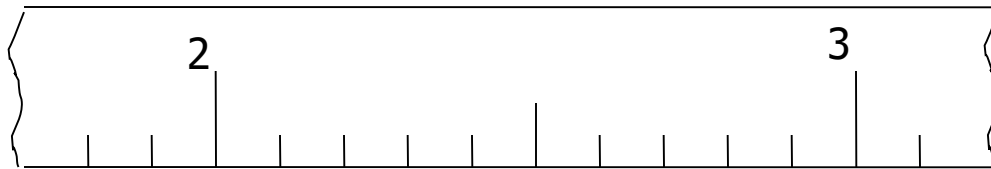
E se eu repetir a medida com outro instrumento?

Fatores que influenciam uma medida:

- Aparelho de medida;
- Número de medidas realizadas;
- Método empregado.

# Características de uma medida

---

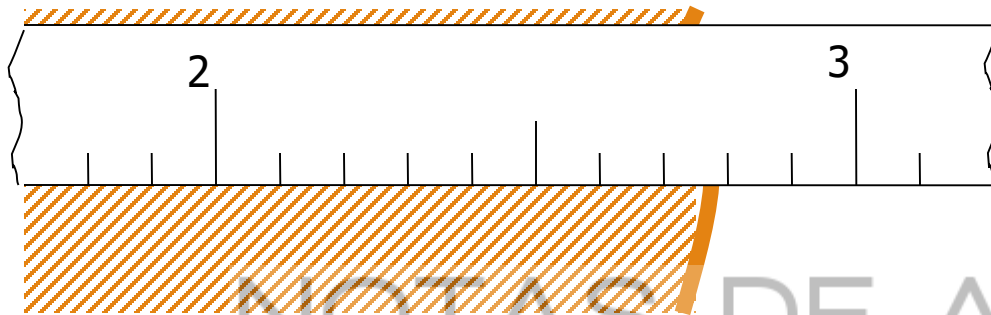


NOTAS DE AULA



# Características de uma medida

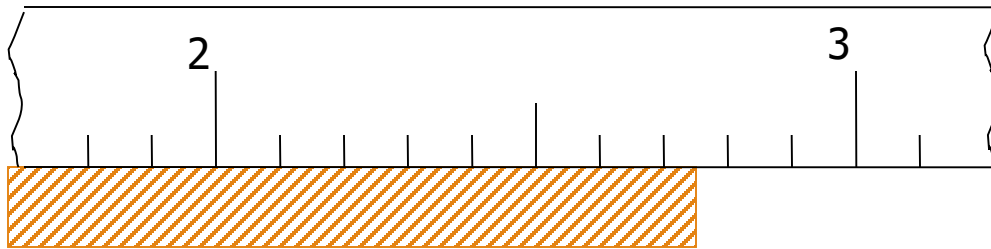
---



NOTAS DE AULA

# Características de uma medida

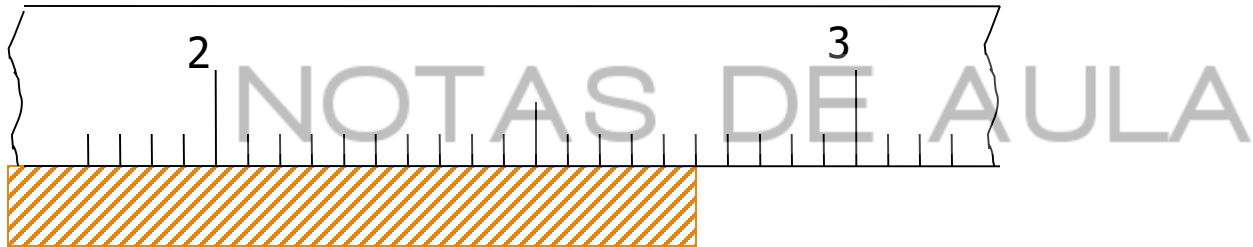
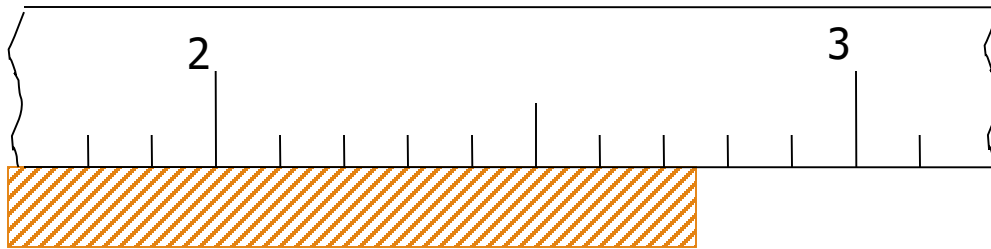
---



NOTAS DE AULA

# Características de uma medida

---



# Características de uma medida

---

A cada medida repetida, ou cada experimentador diferente que realizar a medida ou cada instrumento diferente que usarmos, o resultado da medida pode ser diferente !

Mas, o que isso significa?

# 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

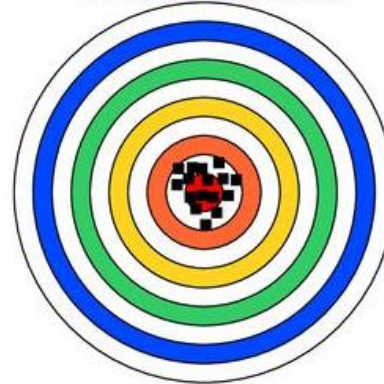
## Precisão

- Relacionada a flutuação entre uma medida e outra
- Dispersão dos dados

## Veracidade

- Quão próximo você está do valor verdadeiro

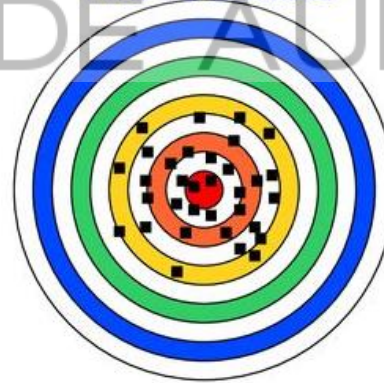
Alta precisão  
Alta veracidade



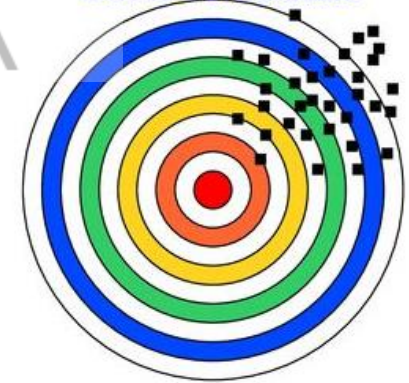
Alta precisão  
Baixa veracidade



Baixa precisão  
Alta veracidade



Baixa precisão  
Baixa veracidade



# Conceitos envolvidos em uma medida experimental

---

Definindo:

$\text{Erro} = \text{valor verdadeiro} - \text{valor medido}$

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

$\text{Incerteza} = \text{estimativa estatística do valor do erro}$

# Clasificação de erros

**1 – Erro de escala:** Relacionado ao limite de resolução da escala do instrumento de medida.

**Ex:** A avaliação de décimos de centímetros na escala de uma régua graduada comum.

**2 – Erro sistemático:** É aquele que aparece seguindo algumas regras definidas; descoberta sua origem, é possível eliminá-lo.

**Ex:** Calibração dos instrumentos, aproximações eventuais das constantes físicas em modelos teóricos.

**3 – Erro aleatório ou estatístico:** É aquele que decorre de perturbação estatísticas imprevisíveis não seguindo qualquer regra definida. Assim sendo, não se pode evitá-los.

**Ex:** Medida de massa em uma balança.

NOTAS DE AULA



# Instrumentos de medidas

**1 - Analógicos:** São aqueles cujas escalas permitem que o algarismo duvidoso da medida, isto é, o último algarismo, seja avaliado.

**ERRO =  $\pm$  (menor divisão de escala) / 2**

**Ex: Régua graduada comum.**

**2 – Não Analógicos:** São aqueles cujas escalas não permitem a avaliação do algarismo duvidoso, neste tipo de instrumento o algarismo duvidoso é lido e não avaliado.

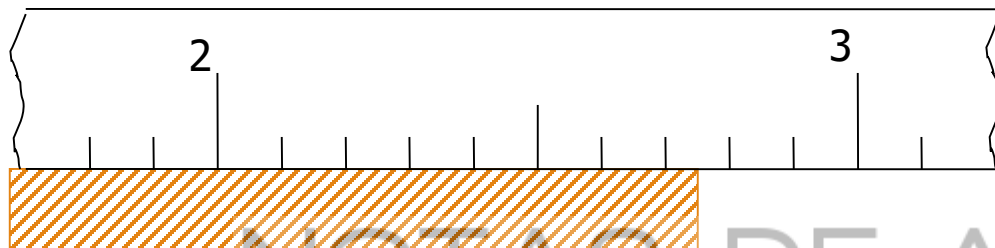
**ERRO =  $\pm$  (menor divisão de escala)**

**Ex: Paquímetro, Micrômetro, Cronômetro, Balança digital etc.**

# Representação Numérica de uma Medida

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

(Valor  $\pm$  incerteza)



NOTAS DE AULA

(2,70) cm



tenho “certeza”

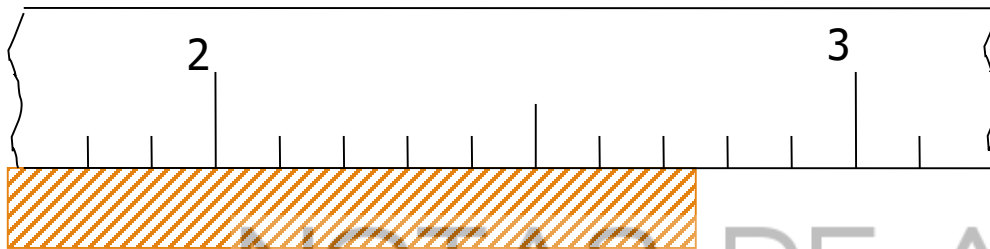


estou em “dúvida”

# Representação Numérica

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

(Valor  $\pm$  incerteza)



(2,74  $\pm$  ?) cm

E incerteza?

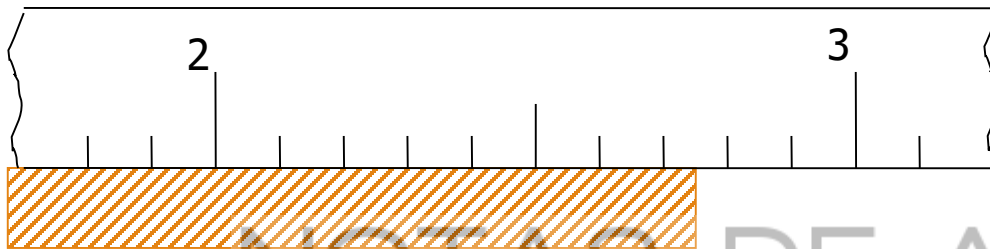
tenho “certeza”

Avalia o melhor possível

# Representação Numérica

## Como avaliar a incerteza?

Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento



(2,74 ± ?) cm

E incerteza?

tenho “certeza”

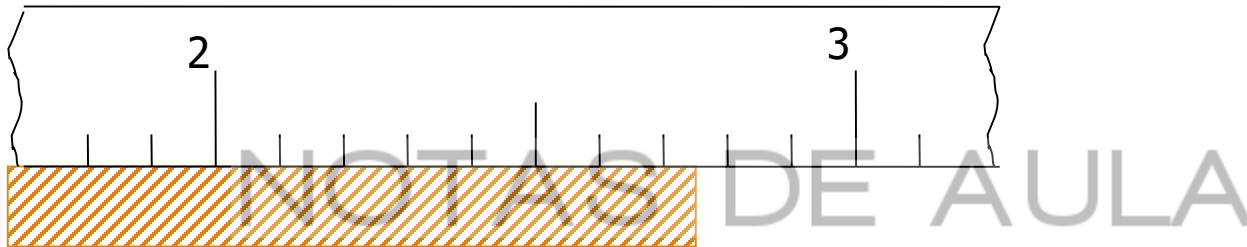
Avalia o melhor possível

# Representação Numérica

---

Como avaliar a incerteza?

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



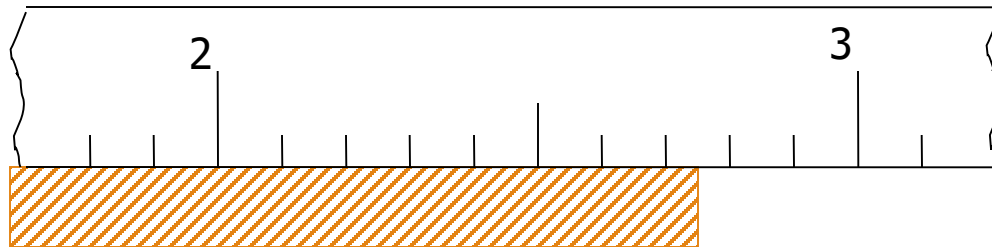
- $(2,74 \pm 0,05)$  cm



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 ?

# EXPERIMENTO

## 1- Aula 1

---

CALIBRAÇÃO DE MEDIDAS E  
PÊNDULO SIMPLES



# Exercício em aula:

## Introdução às Medidas em Física (4300152) Exercício aula 1

Nome: \_\_\_\_\_

**Exercício 1:** Escreva o número de algarismos significativos de cada valor e assinale os algarismos duvidosos das seguintes medidas:

Valor medido	4,21 m	0,170 cm	$25 \times 10^3$ g	2500 A
Número de significativos				

**Exercício 2:** Escreva os números abaixo com apenas 1 algarismo significativo. Lembre-se de usar potências de dez.

Valor medido	9763 cm	345,9 g	100 A	253 V
Reescrito com 1 significativo				

**Exercício 3:** Utilize os dados abaixo para fazer as operações pedidas e apresente os resultados de acordo com as regras com o número correto de significativos. Utilize potências de dez se necessário.

*Lembrete: Regras aproximadas para operações com algarismos significativos:*

*Multiplicação e divisão: Toma-se o resultado com o mesmo número de significativos do dado que tiver menor número de significativos.*

*Soma e subtração: a imprecisão do resultado final está na mesma casa que a do dado mais impreciso.*

A = 232,5; B = 0,0075; C =  $12,34 \times 10^3$ ; D = 47,37

A x B =		A - B =	
D + C =		D x C =	

# Experimento 1 – Aula 1

---

Medir as dimensões necessárias para obter a área da sala e da lousa, primeiramente sem usar régua ou trena e depois usando um desses dois instrumentos

Calcular as respectivas áreas escrevendo o resultado final com o número correto de significativos

Medir o tempo para dez oscilações de um pêndulo simples, primeiramente usando o número de batimentos cardíacos e depois usando um cronômetro

NOTAS DE AULA

# Experimento 1 – Aula 1

---

Preencha a tabela com os dados coletados por todos os colegas

Comparar os valores de área da lousa, da sala e tempo de oscilação do pêndulo obtidos usando unidades atípicas

Normalizar as medidas e cálculos calibrando seu instrumento de medida (comparação com padrão) (reescreva os valores)

Comparar novamente os valores