

**Introdução às Medidas em Física**  
**4300152**  
**1ª Aula**

# 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 experiências – Atividades

Exercícios - individual (casa)

Guias/relat - grupo (casa)

Provas - 2 provas: Individualizar notas

Prova 1: 4 primeiras experiências

Prova 2: Todos os experimentos

	Quinta Feira (tarde e noite)	Sexta Feira (manhã e noite)	Relatórios
<b>Fevereiro</b>	28-02-2019 - <b>Aula 1 - EXP 1-1</b>	01-03-2019 - <b>Aula 1 - EXP 1-1</b>	
<b>Março</b>	07-03-2019 - <b>Aula 2 - EXP 1-2</b>	08-03-2019 - <b>Aula 2 - EXP 1-2</b>	Entrega R1-1
	14-03-2019 - <b>Aula 3 - EXP 2-1</b>	15-03-2019 - <b>Aula 3 - EXP 2-1</b>	Entrega R1-2
	21-03-2019 - <b>Aula 4 - EXP 2-2</b>	22-03-2019 - <b>Aula 4 - EXP 2-2</b>	Entrega R2-1
	28-03-2019 - <b>Aula 5 - EXP 3</b>	29-03-2019 - <b>Aula 5 - EXP 3</b>	Entrega R2-2
<b>Abril</b>	04-04-2019 - <b>Aula 6 - EXP 4-1</b>	04-04-2019 - <b>Aula 6 - EXP 4-1</b>	Entrega R3
	11-04-2019 - <b>Aula 7 - EXP 4-2</b>	12-04-2019 - <b>Aula 7 - EXP 4-2</b>	Entrega R4
	<b>SEMANA SANTA - Não haverá aula</b>	<b>SEMANA SANTA - Não haverá aula</b>	
	<b>25-04-2019 - PROVA 1</b>	<b>26-04-2019 - PROVA 1</b>	
<b>Maiο</b>	02-05-2019 - <b>Aula 8 - EXP 5-1</b>	03-05-2019 - <b>Aula 8 - EXP 5-1</b>	
	09-05-2019 - <b>Aula 9 - EXP 5-2</b>	10-05-2019 - <b>Aula 9 - EXP 5-2</b>	
	16-05-2019 - <b>Aula 10 - EXP 6</b>	17-05-2019 - <b>Aula 10 - EXP 6</b>	Entrega R5
	23-05-2019 - <b>Aula 11 - EXP 7-1</b>	24-05-2019 - <b>Aula 11 - EXP 7-1</b>	Entrega R6
	<b>Matéria condensada - Não haverá aula</b>	<b>Matéria condensada - Não haverá aula</b>	
<b>Junho</b>	06-06-2019 - <b>Aula 12 - EXP 7-2</b>	07-06-2019 - <b>Aula 12 - EXP 7-2</b>	Entrega R7
	<b>13-06-2019 - PROVA 2</b>	<b>14-06-2019 - PROVA 2</b>	

# Gravíssimo

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

**Consequência: Nota Zero nesta situação...  
Sem direito a substituição**

# 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**

# Objetivos do Curso

**Vivenciar a atividade experimental (medida de dados):**

técnicas e instrumentos de medida;

teoria de erros (estatística);

criatividade - use e abuse;

**Aprender a interpretar os resultados de medidas;**

senso crítico - use e abuse;

**Aprender a se comunicar com a comunidade científica e em geral;**

# 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.**

# 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 10<sup>3</sup> 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

3

5

1

2

4

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.

# 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”)

# Cálculo com algarismos significativos

## Soma ou diferença:

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

$$\begin{array}{r} 2,5 \times 10^4 + 1234 = 25 \text{ |||} \\ \quad \quad \quad 1234 \\ \hline 26 \text{ |||} \end{array} \longrightarrow 2,6 \times 10^4$$

$$47,186 + 107,4 + 68,93 = 223,516 \longrightarrow 223,5$$

## Multiplicação ou divisão:

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

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

# Características de uma medida

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

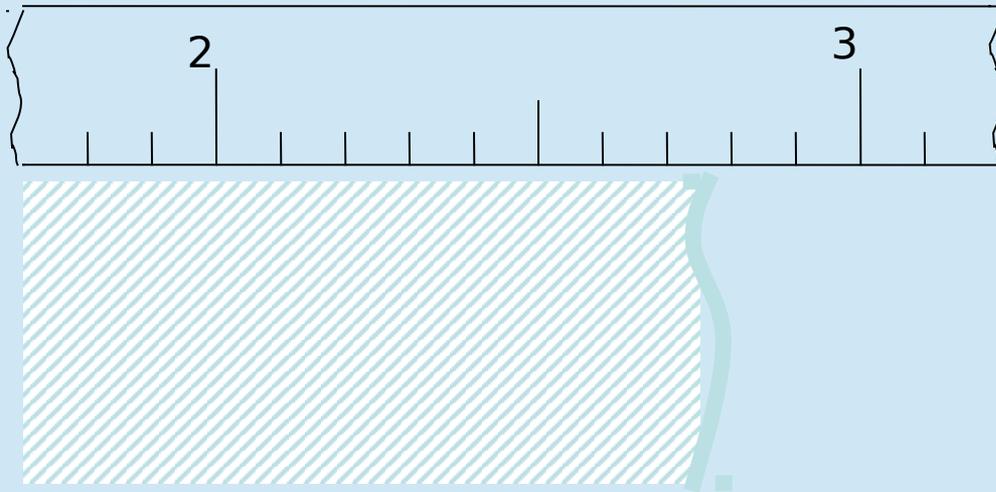
**E se um outro experimentador repetir a medida?**

**E se eu repetir a medida com outro instrumento?**

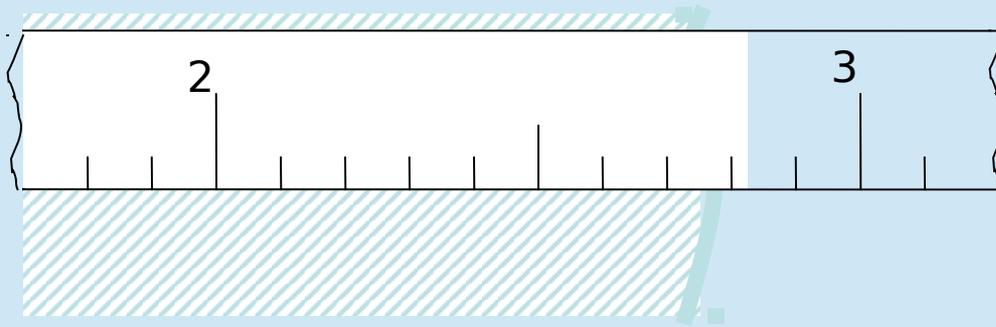
**Fatores que influenciam uma medida:**

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

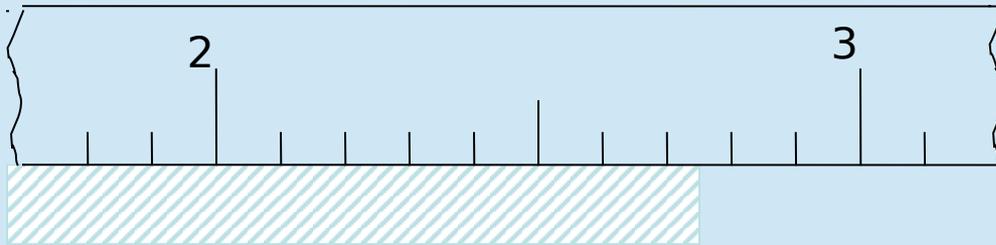
# Características de uma medida



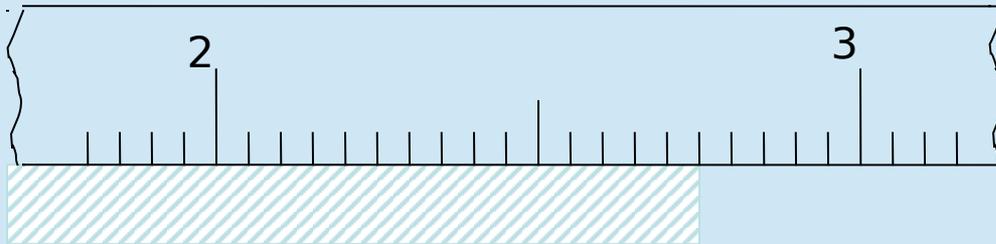
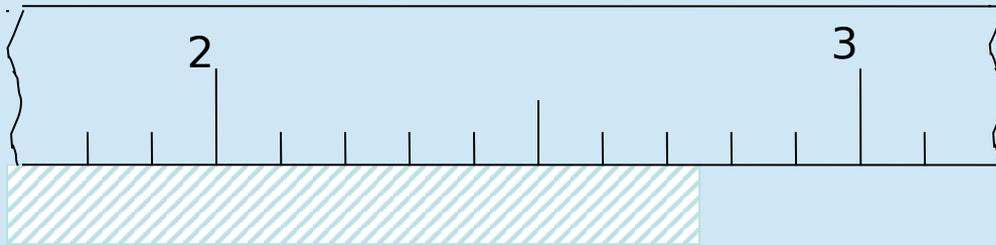
# Características de uma medida



# Características de uma medida



# 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

**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***

# 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.

# Instrumentos de medidas

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

$$\text{ERRO} = \pm (\text{menor divisão de escala}) / 2$$

**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.

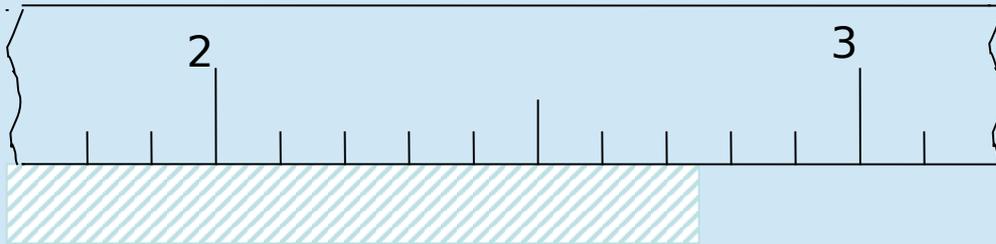
$$\text{ERRO} = \pm (\text{menor divisão de escala})$$

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

# Representação Numérica de uma Medida

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

(Valor  $\pm$  incerteza)



(2,7 0) cm

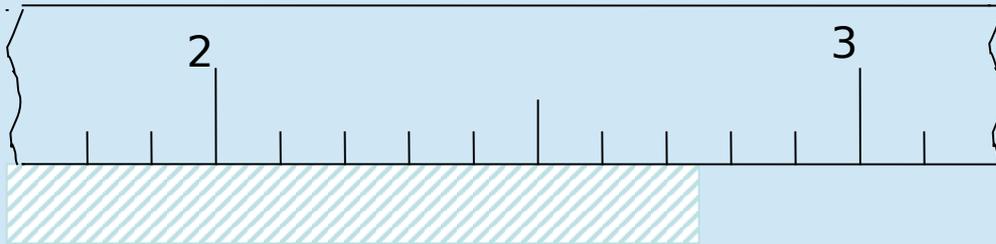
tenho “certeza”

estou em “dúvida”

# Representação Numérica

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

(Valor  $\pm$  incerteza)



(2,74  $\pm$  ? ) cm

E incerteza?

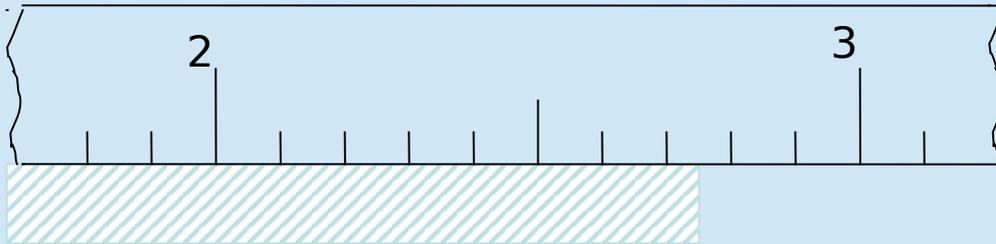
tenho “certeza”

Avalia o melhor possível

# Representação Numérica

## Como avaliar a incerteza?

Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento



$(2,74 \pm ?)$  cm

E incerteza?

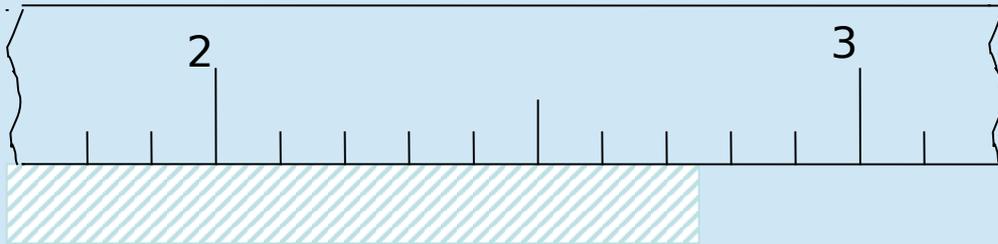
tenho “certeza”

Avalia o melhor possível

# Representação Numérica

## Como avaliar a incerteza?

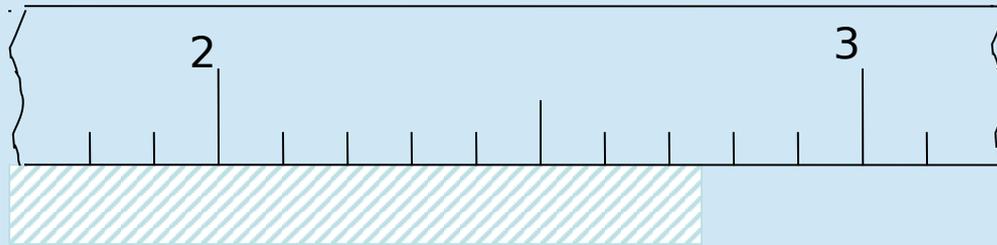
Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento.



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

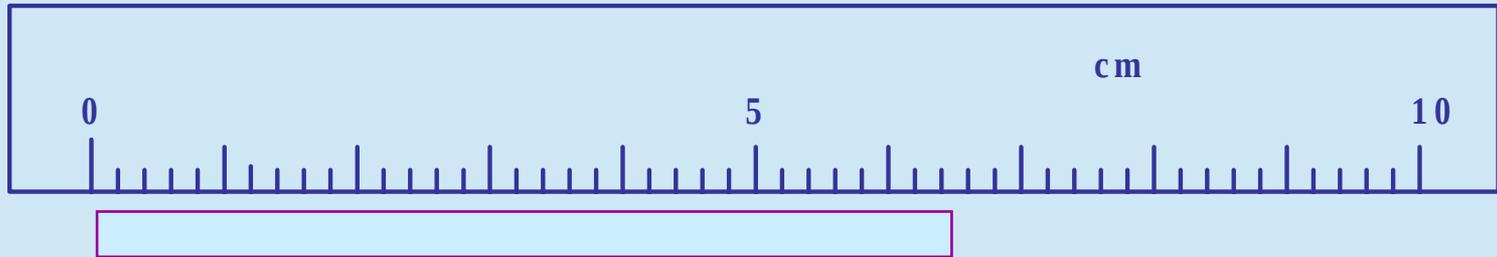
## **Fundo de escala e unidade**

seleção conveniente

## **Precisão e incerteza da medida**

Escala simples

Duas escalas: principal e auxiliar (nônio ou vernier)



**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

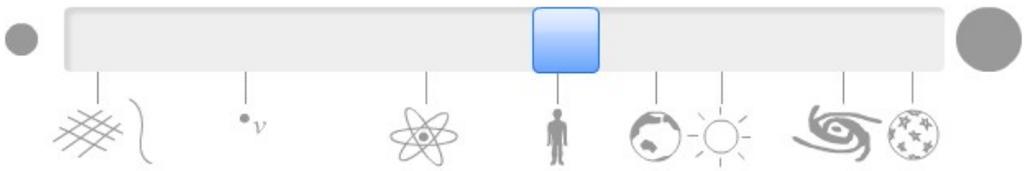
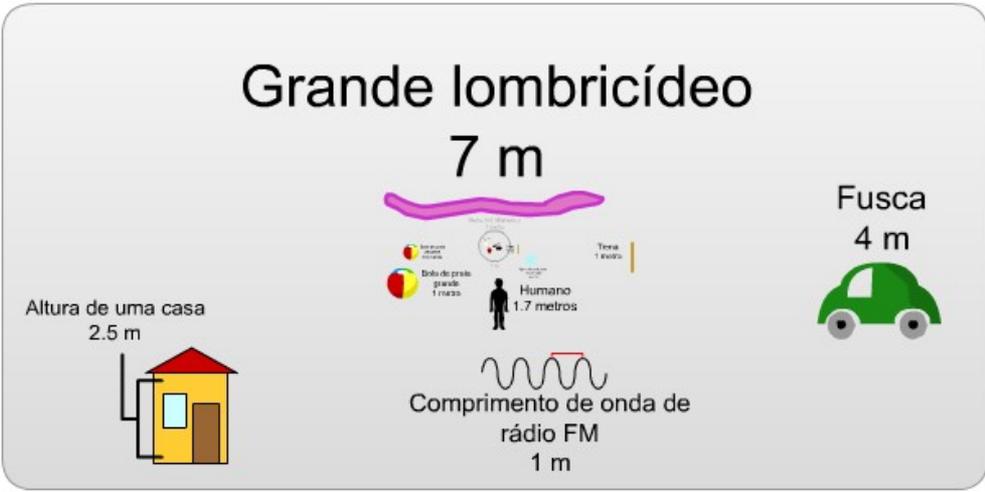
# Sistema Internacional (SI)

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)

# The Scale of the Universe



Original  
Wrong version!  
Swirly version!

Back

# Medidas experimentais

**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**

# Análise dos Dados

**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**