

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

	Segunda Feira Período da Tarde	Terça Feira Período da Noite	Relatórios
Agosto	06-08-2018 - Aula 1 - EXP 1-1	07-08-2018 - Aula 1 - EXP 1-1	
	Semana de Meio Ambiente	Semana de Meio Ambiente	
	20-08-2018 - Aula 2 - EXP 1-2	21-08-2018 - Aula 2 - EXP 1-2	R1-1
	27-08-2018 - Aula 3 - EXP 2-1	28-08-2018 - Aula 3 - EXP 2-1	R1-2
Setembro	SEMANA da Pátria	SEMANA da Pátria	
	10-09-2018 - Aula 4 - EXP 2-2	11-09-2018 - Aula 4 - EXP 2-2	R2-1
	17-09-2018 - Aula 5 - EXP 3	18-09-2018 - Aula 5 - EXP 3	R2-2
	24-09-2018 - Aula 6 - EXP 4-1	25-09-2018 - Aula 6 - EXP 4-1	R3
Outubro	01-10-2018 - Aula 7 - EXP 4-2	02-10-2018 - Aula 7 - EXP 4-2	R4
	08-10-2018 - PROVA 1	09-10-2018 - PROVA 1	
	15-10-2018 - Aula 8 - EXP 5-1	16-10-2018 - Aula 8 - EXP 5-1	
	22-10-2018 - Aula 9 - EXP 5-2	23-10-2018 - Aula 9 - EXP 5-2	
	29-10-2018 - Aula 10 - EXP 6	30-08-2018 - Aula 10 - EXP 6	R5
Novembro	05-11-2018 - Aula 11 - EXP 7-1	06-11-2018 - Aula 11 - EXP 7-1	R6
	12-11-2018 - Aula 12 - EXP 7-2	13-11-2018 - Aula 12 - EXP 7-2	
			R7
	26-11-2018 - PROVA 2	27-11-2018 - PROVA 2	

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 - 15 10³ 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”)

9,475 → 9,48
3,325 → 3,32

Neste caso o arredondamento deve ser tal que o algarismo anterior após o arredondamento deve ser par

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?

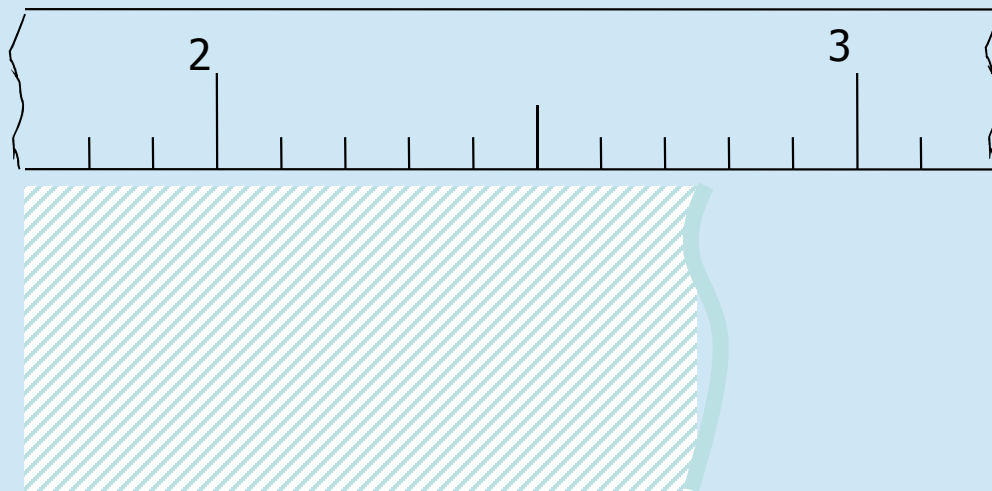
E se um outro experimentador repetir a medida?

E se eu repetir a medida com outro instrumento?

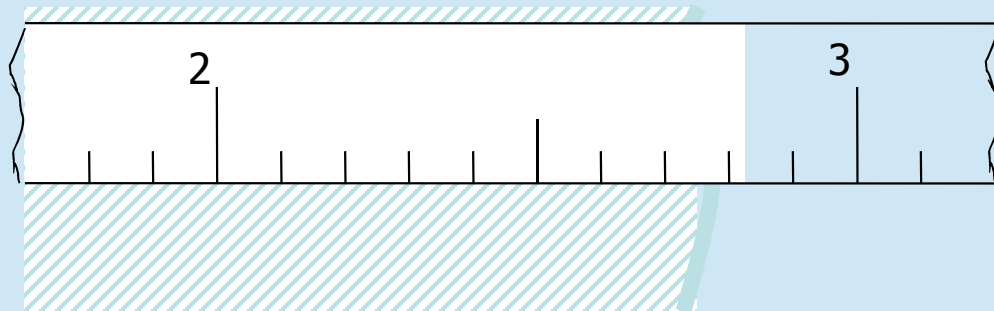
Fatores que influenciam uma medida:

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

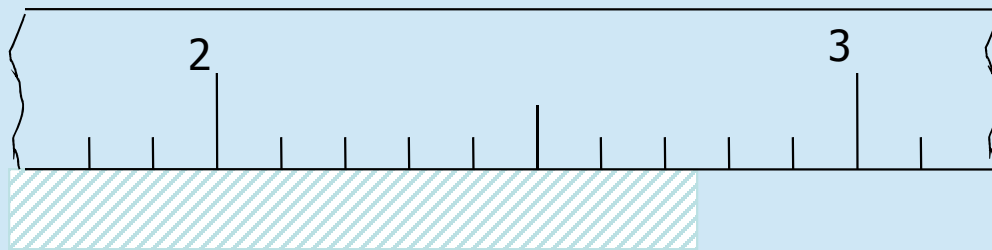
Características de uma medida



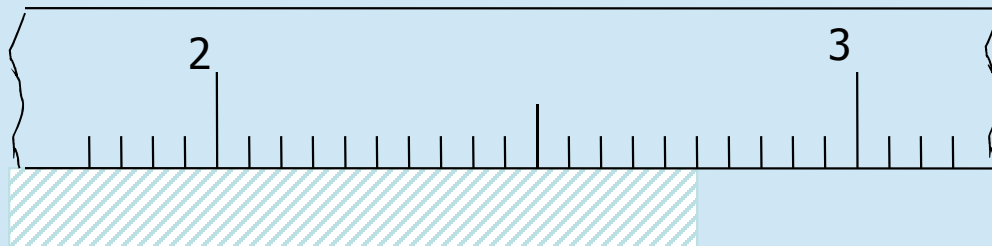
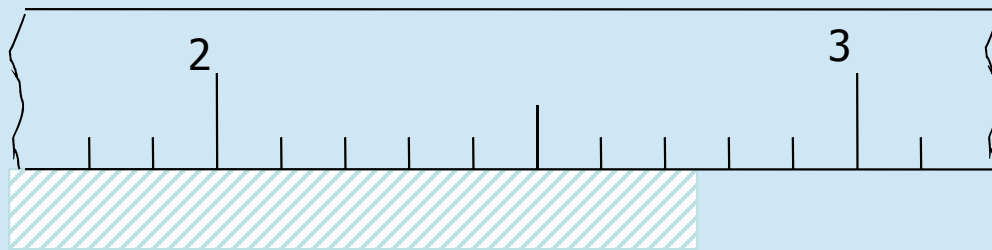
Características de uma medida



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*

Clasificación 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 evita-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.

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.

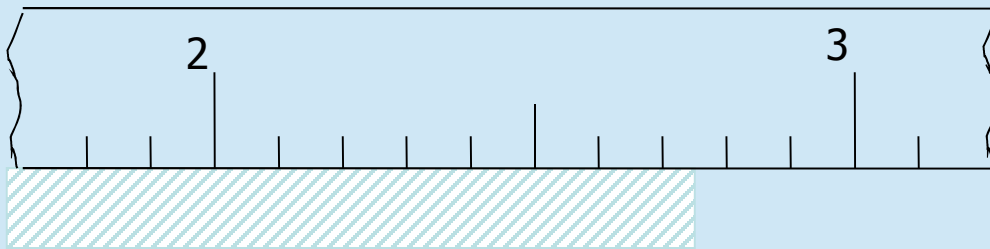
ERRO = \pm (menor divisão de escala)

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

Representação Numérica de uma Medida

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

(Valor \pm incerteza)



(2,70) cm

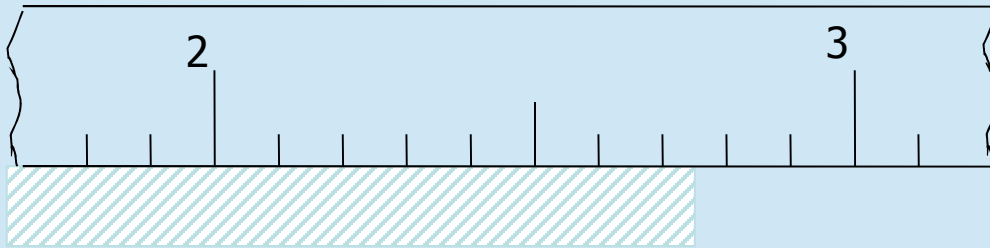
tenho “certeza”

estou em “dúvida”

Representação Numérica

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

(Valor \pm incerteza)



(2,74 \pm ?) cm

E incerteza?

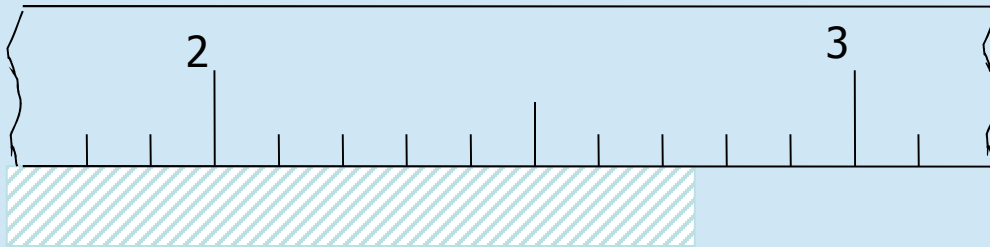
tenho “certeza”

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?

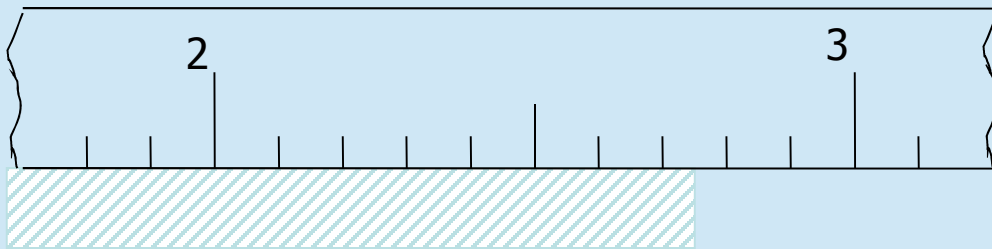
tenho “certeza”

Avalia o melhor possível

Representação Numérica

Como avaliar a incerteza?

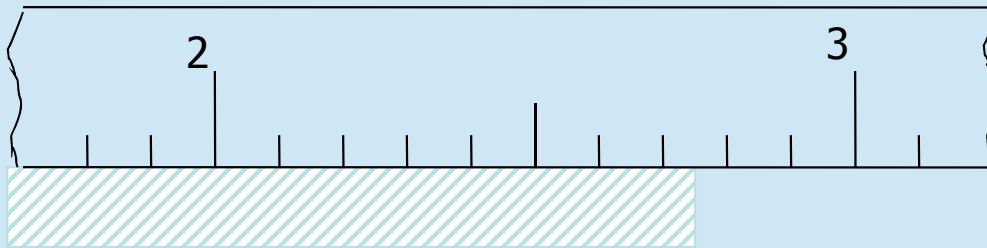
Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento.



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

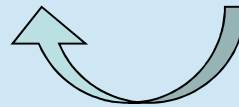
Algarismos significativos

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 ?

Como realizar medidas

Análise do instrumento de medida

identificação do tipo e funcionamento

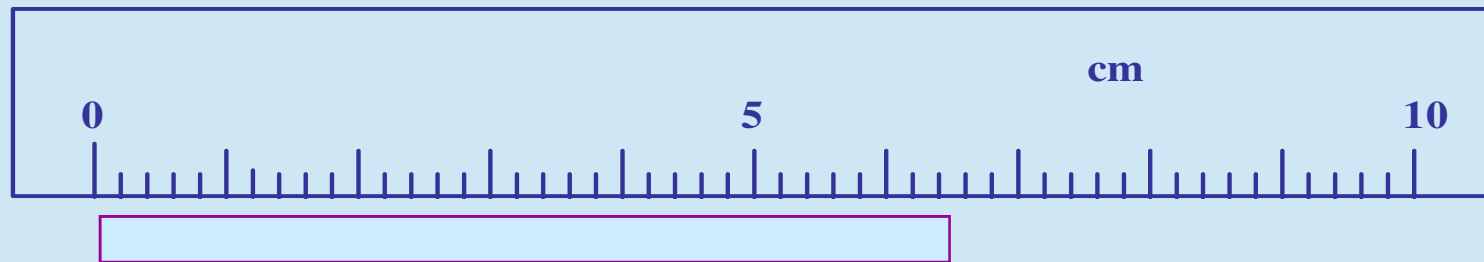
Fundo de escala e unidade

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

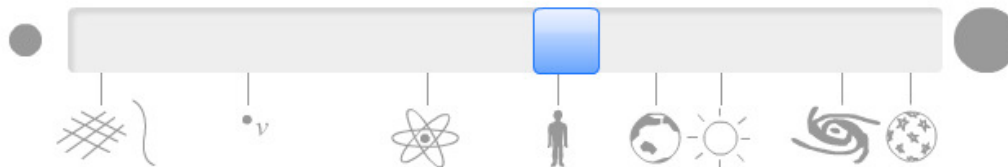
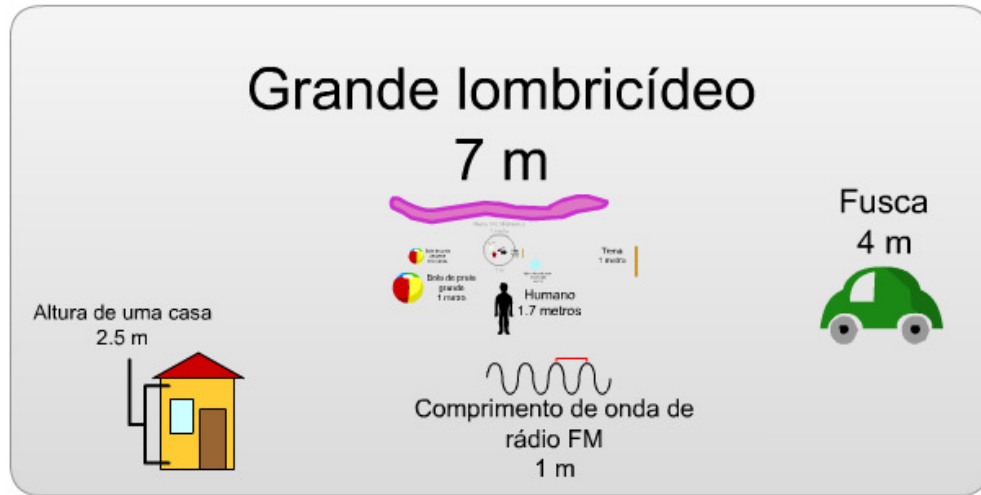
Sistema Internacional (SI)

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)
- Ω (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