

Física Experimental I

Bacharelado

Aula 01

**Grandezas e algarismos
significativos**

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

henrique.faria@unesp.br

Introdução

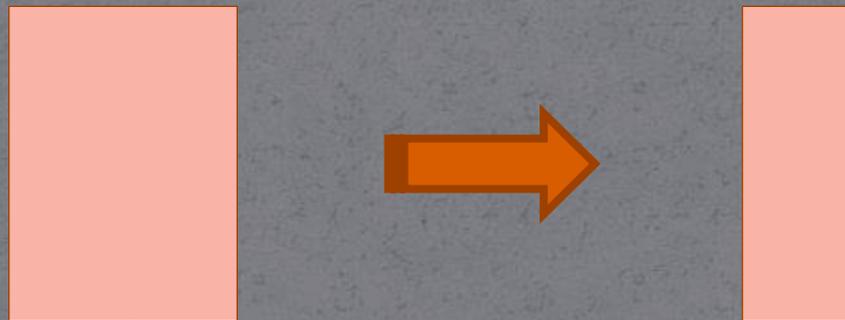
- A ciência desenvolve modelos com base em um conjunto de observações;
- Dados similares são obtidos ao se reproduzir dois experimentos nas mesmas condições.

Como interpretar o resultado?

- Dois experimentos irão fornecer dados numéricos dentro de uma faixa, definida por uma incerteza;
- As ferramentas matemáticas irão garantir que a medida mais provável para o experimento estará dentro desta faixa de incertezas.

Exemplo: medida de comprimento

- Temos três instrumentos de medida e medimos a largura de um folha de papel A4 dobrada;



- A tabela a seguir relaciona as divisões de escala de cada instrumento e os resultados das medidas.

Medida da largura do papel A4

Instrumento	menor divisão da escala	Precisão	Resultado
Régua metálica	mm (10^{-3} m)	mm	10,52 cm
Trena	mm (10^{-2} m)	mm	10,50 cm
Paquímetro	mm/100 (10^{-5} m)	0,02 mm	105,28 mm

A medida da régua metálica indica:

comprimento = 10,52 cm

Três algarismos precisos
(medidos)

Algarismo duvidoso
(estimado)

- Os algarismos que compõem a medida de uma grandeza são chamados significativos;
- A medida do papel A4 com a régua metálica (**10,52 cm**) tem quatro algarismos significativos;
- Enquanto a medida realizada com o paquímetro (**10,528 cm**) tem cinco algarismos significativos.

Para um conjunto de medidas

$$\textit{Largura} = (L \pm \Delta L) \textit{ cm}$$



**Valor
Provável**

Incerteza

Grandeza

- “Propriedade de um fenômeno, de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência”
(Vocabulário Internacional de Metrologia)
- “Atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser distinguido qualitativamente e determinado quantitativamente.” (Vuolo)

Medição

“Conjunto de operações que têm por objetivo determinar o valor de um grandeza.” (Vuolo)

Medição

Medição Direta: leitura da magnitude de uma grandeza utilizando instrumento devidamente calibrado;

Ex. altura e largura de uma folha de papel

Medição Indireta: Resultante de uma relação matemática de grandezas medidas diretamente.

Ex. Área da folha de papel

Unidade

- “Referência que serve de comparação entre grandezas de mesma espécie.” (Houaiss)

Exemplo

Largura desta sala: 6 metros



unidade

Grandeza e unidades

- Para que a medida tenha significado a grandeza deverá vir acompanhada de uma unidade:



- Tempo (segundos, minutos, horas).



- Comprimento (centímetros, metros).

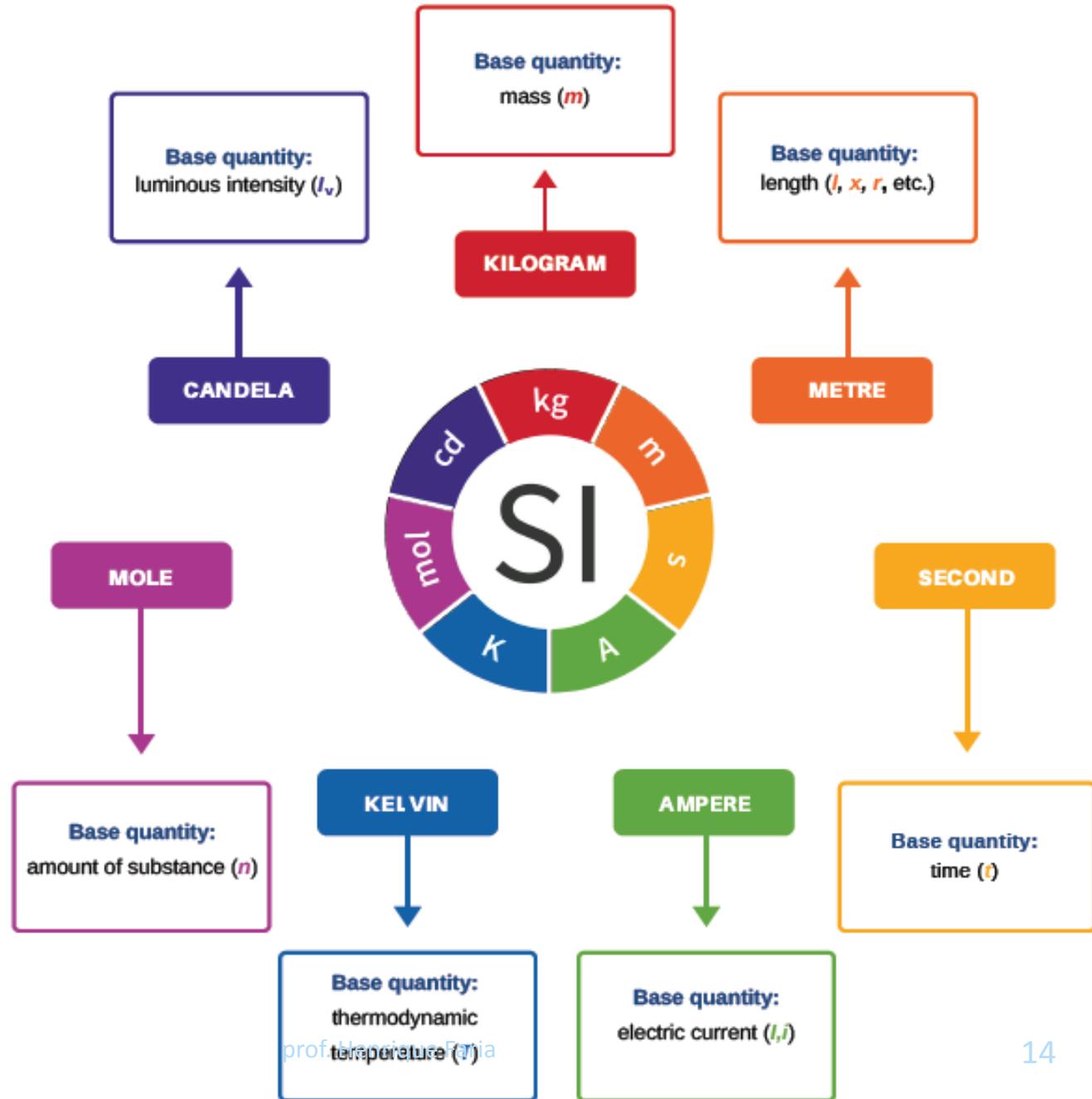


- Massa (gramas, quilogramas).

Sistema Internacional de unidades (SI)

- Conjunto de grandezas fundamentais;
- Definidas por padrões universais;
- Usado para dimensionar um conjunto de medições em um experimento;

BASE UNITS



Sete unidades fundamentais do SI

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Intensidade luminosa	candela	cd
Quantidade de substância	mol	mol

Grandezas derivadas são expressas em termos das grandezas fundamentais do SI

Velocidade: metro por segundo [m/s];

Energia: [kg.m²/s²] = [J];

Concentração: - massa por volume [kg/m³];
- quantidade de substância por volume [mol/L].

Submúltiplos e múltiplos

	Prefixo	Símbolo	Potência de dez
Submúltiplos	centi	c	10^{-2}
	mili	m	10^{-3}
	micro	μ	10^{-6}
	nano	n	10^{-9}
	pico	p	10^{-12}
Múltiplos	quilo	k	10^3
	mega	M	10^6
	giga	G	10^9
	tera	T	10^{12}

Padrões no SI

Ao medirmos uma grandeza, comparamos a unidade básica com um padrão reprodutível:

Comprimento (m): o metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ de segundo;

Massa (kg): cilindro de platina iridiada (até nov/2018).
- Função da constante de Planck (h)

Conversão de unidades

- Em muitas situações do cotidiano observamos as grandezas em outro sistema de unidades;
- A conversão entre sistemas deverá ser feita pela relação entre as unidades básicas;
- Quando temos dados numéricos pode-se utilizar calculadoras de conversão.

<http://www.unitconverters.net/>

Precisão e Exatidão

Números

Número exato: não apresenta incerteza;

Ex. n° de colegas na sala; n° de cadeiras

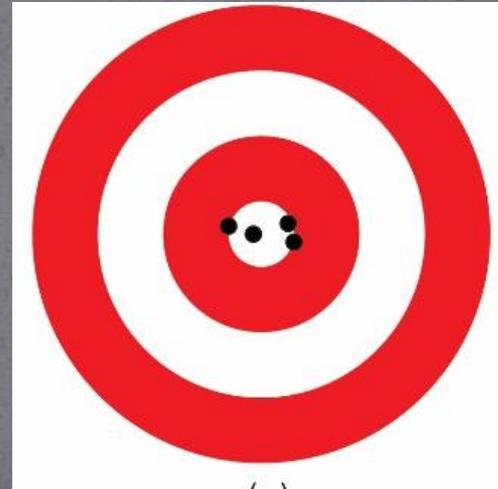
Número aproximado: não se conhece com exatidão o real valor da grandeza.

Ex. medida da temperatura da sala

- Jogador A



- Jogador B



Precisão

- Jogador A



Exatidão

- Jogador B



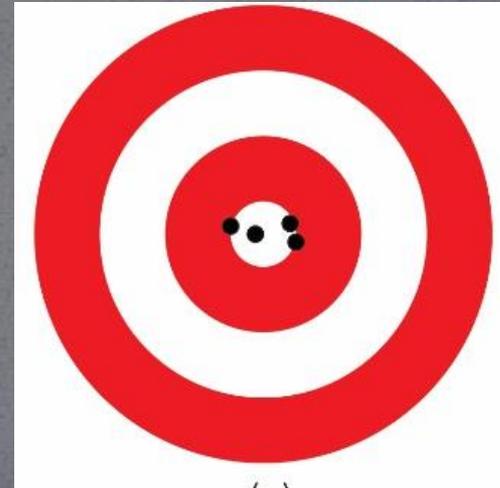
Precisão

- Grau de concordância entre diversos resultados.



Exatidão

- Grau de concordância entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro.



Precisão na medição

- Um instrumento de medida apresenta uma escala com divisões mínimas;
- As divisões indicam a precisão da medida;

Algarismos significativos

Precisão e algarismos significativos

- A forma conveniente para expressar a precisão de um número é por meio dos algarismos significativos;
- Quanto maior for a quantidade de algarismos significativos maior será a sua precisão;

Os zeros nos Algarismos Significativos

- Zeros à esquerda não são contados como significativos:

Ex.: $22,7 \text{ cm} = 0,227 \text{ m}$ (três significativos)

- Mas os zeros à direita serão significativos:

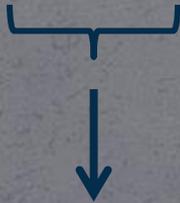
Ex.: $22,70 \text{ cm} = 0,2270 \text{ m}$ (quatro significativos)

Potência de dez

- O número de significativos é determinado pelo coeficiente:

Ex.: $9,2 \times 10^3 = 9200$ (dois significativos)

Ex.: $3,400 \times 10^3 = 3400 \text{ m}$ (quatro significativos)



O instrumento de medida permite esta precisão

Teste de conhecimentos

Identifique quantos significativos tem os números

0,5

$3,52 \times 10^3$

50

0,50

$1,6021 \times 10^{-19}$

Exercícios em sala 1

- Executar o que se pede no item 2, subitem 5 da Prática 1.

Operações com algarismos significativos

- **Adição e subtração:** resultado deverá ser expresso com o número de dígitos, após a vírgula, do número com menos dígitos.

$$\begin{array}{r} 2,53 \\ +0,120 \\ \hline 2,650 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28,5382 \\ - 28,520 \\ \hline 0,0182 \end{array}$$

Operações com algarismos significativos

- **Adição e subtração:** resultado deverá ser expresso com o número de dígitos, após a vírgula, do número com menos dígitos.

$$2,53$$

$$+0,120$$

$$2,650$$

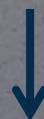


$$2,65$$

$$28,5382$$

$$- 28,520$$

$$0,0182$$



$$0,018$$

Operações com algarismos significativos

- **Multiplicação e divisão:** resultado será expresso com o mesmo número de significativos do termo com menor quantidade de significativos.

4,1432

× 2,3

9,52936

28,5382

÷ 28,520

1,0006381

Operações com algarismos significativos

- **Multiplicação e divisão:** resultado será expresso com o mesmo número de significativos do termo com menor quantidade de significativos.

4,1432

× 2,3

9,52936

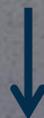


9,5

28,5382

÷ 28,520

1,0006381



1,0006

Operações com algarismos significativos

- **Logarítmo**: dígitos após a vírgula será igual ao número de significativos do próprio número no qual se aplica a operação.

$$\log 23,1 = 1,363610 = 1,364$$



Três significativos



Três dígitos após
a vírgula

Arredondamentos

- Se o dígito a ser eliminado é maior que 5, O dígito anterior é aumentado.

Ex.: 5,56 → 5,6

Arredondamentos

- Se o dígito a ser eliminado é **maior que 5**,
O dígito anterior é aumentado.

Ex.: 5,56 → 5,6

- Se o dígito a ser eliminado é **menor que 5**,
O dígito anterior é mantido.

Ex.: 3,34 → 3,3

Arredondamentos

- Se o dígito a ser eliminado é **maior que 5**,
O dígito anterior é aumentado.

Ex.: 5,56 → 5,6

- Se o dígito a ser eliminado é **menor que 5**,
O dígito anterior é mantido.

Ex.: 3,34 → 3,3

- Se o dígito a ser eliminado é **igual a 5**,
O dígito anterior é mantido se par ou vai para o próximo par maior se for ímpar.

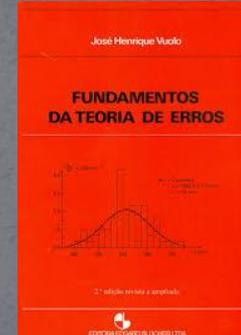
Ex.: 5,65 → 5,6 5,75 → 5,8

Próxima aula:

- Ler: Cap 4 e 5 do Vuolo, p.53 a p.76
- Tratamento quantitativo de incertezas;
- Prática 1 – Grandezas e algarismos significativos.

Bibliografia

2. VUOLO, J. H.; Fundamentos da Teoria de Erros. 2nd ed., São Paulo: Edgar Blücher Ltda., 1996.



Contatos e material de apoio

profhenriquefaria.com

henrique.faria@unesp.br