

O que é uma medida?

- Medir significa quantificar uma grandeza com relação a algum padrão tomado como unidade;
- Por exemplo, ao medir o tamanho de um objeto com uma régua, estamos comparando a marcação calibrada da régua com o objeto sendo medido.
- O padrão pode ser particular, local ou internacional
- Em Ciência se usam padrões internacionais, com rastreabilidade.

16

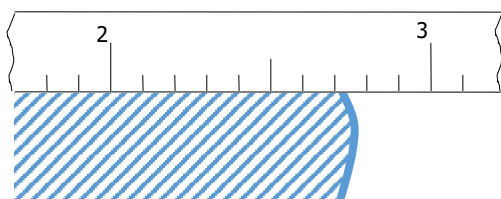
Caracterização de uma medida

- 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?

- é com conceitos deste tipo que vamos trabalhar neste experimento e outros desta disciplina

17

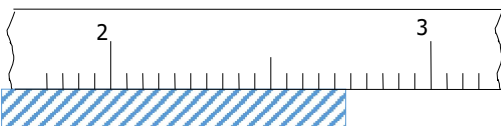
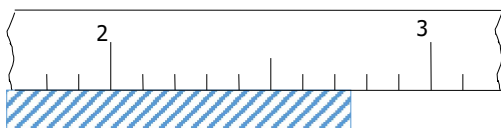
Conceitos de uma medida



Nem sempre o objeto da medida é bem definido

18

Conceitos de uma medida



o instrumento de medida tem escala com número limitado de divisões

19

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!
- 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.

20

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*

21

Classificação 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. - Incerteza = estimativa estatística do valor desse tipo de erro

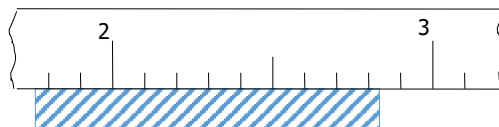
Ex: Medida de massa em uma balança.

22

Representação Numérica

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

(Valor \pm incerteza)



(2,8?) cm

tenho "certeza"

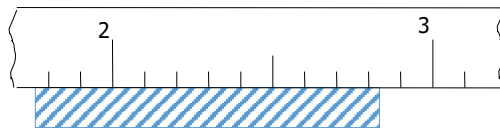
estou em "dúvida"

23

Representação Numérica

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

(Valor \pm incerteza)



(2,83) cm
 tenho "certeza" estou em "dúvida"

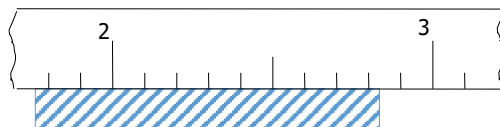
Melhor avaliação possível do algarismo "duvidoso"

24

Representação Numérica

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

(Valor \pm incerteza)



(2,83 \pm ??) cm
 tenho "certeza" estou em "dúvida"

Melhor avaliação possível do algarismo "duvidoso"

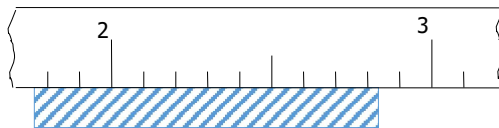
Falta avaliar o "tamanho" da dúvida.

25

Representação Numérica

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

(Valor \pm incerteza)



(2,83 \pm 0,05) cm

incerteza

Melhor avaliação possível do algarismo "duvidoso"

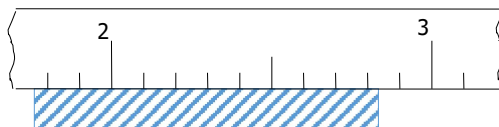
Falta avaliar o "tamanho" da dúvida.

Incerteza Instrumental – sugestão: metade da menor divisão
(1 mm \div 2 = 0,5 mm = 0,05 cm)

26

Representação Numérica – Algarismos Significativos

Ao conjunto de algarismos certos e algarismo duvidoso de uma medida damos o nome de **ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS**



(2,83 \pm 0,05) cm

Neste caso são 3 algarismos significativos

27

Algarismos significativos

- Algarismos usados para representar um valor:
 - Quantidade define confiabilidade e precisão
 - Exemplos de resultados escritos com os algarismos corretos:
345 1200,0 0,0004 43 12,45
 - Para esses casos, a quantidade de **algarismos significativos** é:

3 5 1 2 4

$$0,0004 = 4 \times 10^{-4}$$

$$1200,0 \neq 12 \times 10^2 \quad 1200,0 = 12,000 \times 10^2$$

Para contar número de algarismos significativos de um valor inicia-se, da esquerda para a direita, pelo primeiro algarismo não nulo.

Algarismo significativo em um número pode ser entendido como cada algarismo que individualmente tem algum significado físico.

28

Algarismos significativos

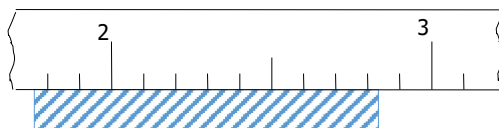
- 1) O número de algarismos significativos da medida depende da precisão do instrumento utilizado.
- 2) O número de algarismos significativos não depende do número de casas decimais.

Algarismo significativo em um número pode ser entendido como cada algarismo que individualmente tem algum significado físico.

29

Algarismos Significativos em uma medida

Ao conjunto de algarismos certos e algarismo duvidoso de uma medida damos o nome de **ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS**



$(2,83 \pm 0,05) \text{ cm}$

Neste caso são 3 algarismos significativos

30

Algarismos Significativos em uma medida

- 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: $(2,83 \pm 0,05) \text{ cm}$
 - NÃO faz sentido dizer que o resultado da medida foi $(2,836 \pm 0,050) \text{ cm}$ - ou seja, NÃO se deve estimar mais um algarismo duvidoso no valor da medida

31



32



33



34



35

Resumindo: 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)

36



- Régua - mede distâncias lineares, comprimentos
- Fundo de escala = 10 cm
- Resolução (menor divisão da escala) = 0,2 cm ou 2 mm
- Precisão/incerteza = menor divisão/2 = 0,1 cm ou 1 mm
- Para realizar a medida:

$$L = (6,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

duvidoso

Avaliar o algarismo
duvidoso faz parte da
realização da medida.
É tarefa do
experimentador

37

Cálculo com algarismos significativos

- Soma ou diferença:
 - Resultado final deve ser escrito até a posição correspondente a posição do algarismo duvidoso de maior valor absoluto

$$\begin{array}{r}
 2,5 \times 10^4 + 1234 = \begin{array}{r} 25000 \\ + 1234 \\ \hline 26234 \end{array} \rightarrow 2,6 \times 10^4
 \end{array}$$

Multiplicação ou divisão:

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

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

use potências de 10

38

Algarismos significativos

Quando representamos o resultado de uma operação aritmética ou numérica – **arredondamento** pode ser necessário

- p. ex. área de um círculo de raio 1cm: $S=3,1415926535... \text{ cm}^2$

$$\begin{array}{l}
 3 \text{ sig} \rightarrow 3,14 \text{ cm}^2 \\
 (r=1,00 \text{ cm})
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 5 \text{ sig} \rightarrow 3,1416 \text{ cm}^2 \\
 (r=1,0000 \text{ cm})
 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l}
 2,34999 \\
 \uparrow\uparrow
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 3 \text{ sig} \rightarrow 2,35 \\
 2 \text{ sig} \rightarrow 2,3
 \end{array}$$

39

Sistema Internacional (SI)

- Definição de valores padrão, representação usada internacionalmente
- Unidades de base
 - **m (metro)**
 - **kg (quilograma)**
 - **s (segundo)**
 - **A (ampere)**
 - **K (kelvin)**
 - **mol (mol)**
 - **cd (candela)**
- Unidades derivadas
 - **N (newton)**
 - **J (joule)**
 - **W (watt)**
 - **C (coulomb)**
 - **V (volt)**
 - **Ω (ohm)**
 - **T (tesla)....**

40

Sistema Internacional (SI)

Tabela 5 - Prefixos do SI

Fator	Nome do Prefixo	Símbolo	Fator	Nome do Prefixo	Símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Inmetro, 2012, disponível em
http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/si_versao_final.pdf

41