



# Sumário

- Medição em química.
- Erros e regras de segurança no laboratório.

# Medição

- Conjunto de operações que têm por objectivo determinar o valor de uma grandeza.
- À grandeza medida diz-se **mensurada**.



# Medida

- Resultado da medição. Exprime-se por:
  - Um valor
  - Uma unidade apropriada

# Medição em Química

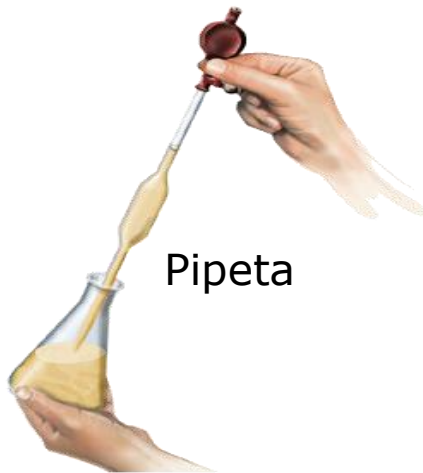
- As medições podem ser **diretas** ou **indiretas**.
  - **Medição direta:** Usam-se aparelhos calibrados de acordo com a grandeza a medir e a unidade de medida utilizada. Exemplo: medir volumes com uma bureta, uma pipeta, etc. ou medir a massa de um corpo com uma balança.
  - Na **medição indireta** aplica-se uma fórmula

$$c_m = \frac{m_{\text{solute}}}{V_{\text{solução}}}$$

# Medição de volumes de líquidos

Para **medições rigorosas** de volumes usam-se **pipetas, buretas e balões volumétricos**.

Para **medições menos rigorosas** de volumes usam-se **provetas**.



Pipeta



Bureta



Balão  
volumétrico



Proveta

# Medição de volumes de líquidos

Alguns dos instrumentos de medição de volumes têm inscritas informações como:

- o **volume máximo**;
- a **graduação da sua escala**, normalmente em mL;
- a **tolerância** (limite máximo do erro existente, quando há uma correta utilização do aparelho);

# Medição de volumes de líquidos

Alguns dos instrumentos de medição de volumes têm inscritas informações como:

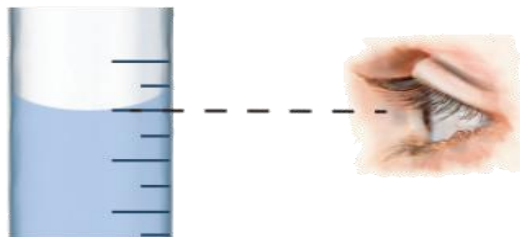
- o **traço de referência** (no caso de pipetas, de balões volumétricos ou de picnómetros);
- a **temperatura de calibração** (temperatura a que foi feita a calibração, normalmente 20 °C e à qual deve ser feita a medição, sempre que possível).

# Medição de massas, volumes e densidades usando instrumentos adequados

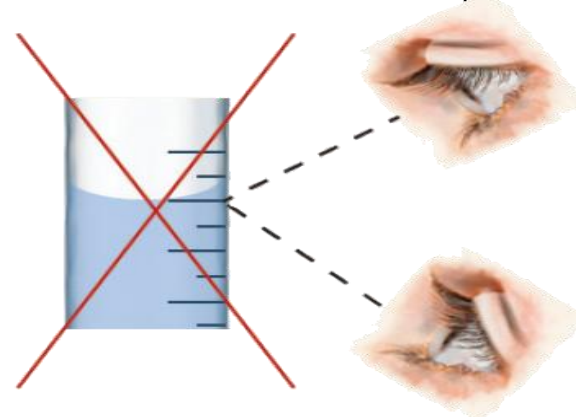
## Medição de volumes de líquidos

Qualquer que seja o instrumento utilizado na medição de um dado volume, a leitura deve ser feita de modo a evitar os **erros de paralaxe** – erros associados à incorreta posição do observador.

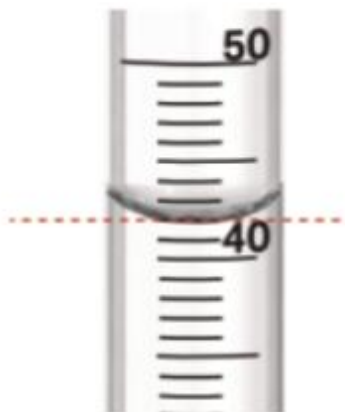
A leitura deverá ser feita de modo que a direção do olhar coincida com a linha tangente à parte interna do menisco.



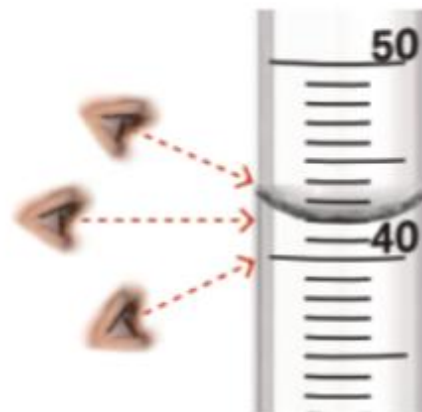
Sempre que a direção do olhar não coincide com a linha tangente ao menisco cometem-se erros de paralaxe.



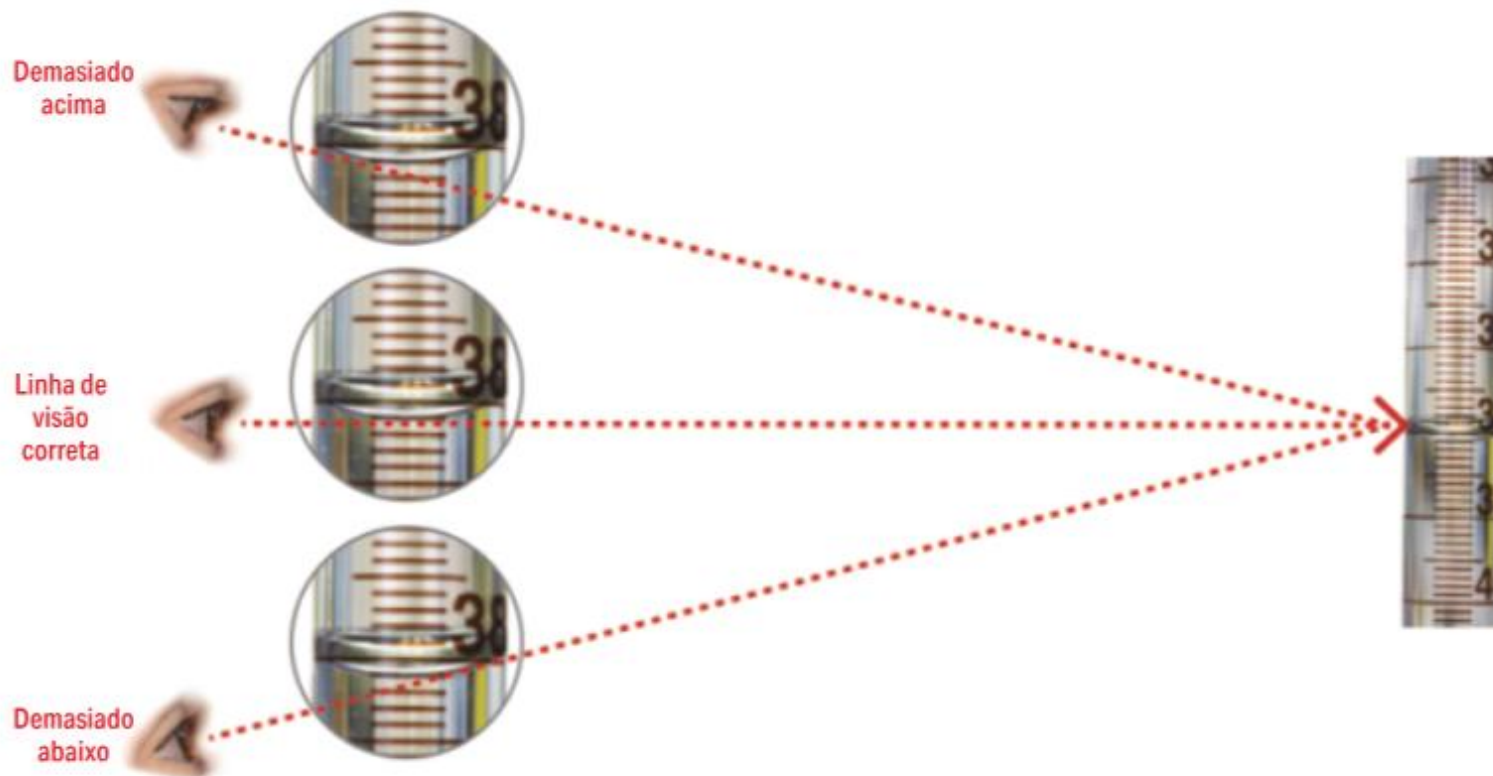


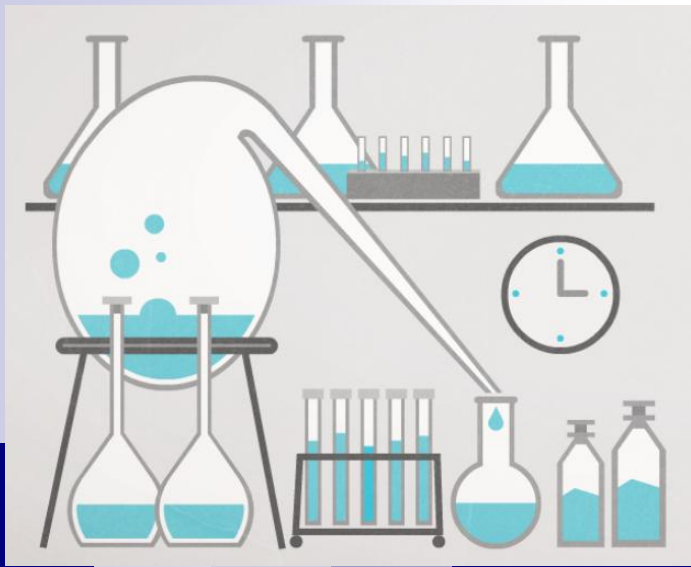


O valor corretamente lido será:  
42,0 mL  $\pm$  0,5 mL e não 42 mL



Erros de paralaxe:  
o valor lido não é 41,0 mL nem é 43,0 mL, é 42,0 mL





# **Materiais de Laboratório**

## Material de vidro



Ampola  
de decantação



Tubo  
de ensaio



Funil  
de vidro



Caixa de Petri



Kitasato



Balão  
de fundo plano



Vidro de relógio



Balão de Erlenmeyer  
ou matraz

# Material de vidro de medição



Proveta



Bureta



Pipeta volumétrica



Pipeta graduada



Balão  
volumétrico



Gobelê

## Material de metal



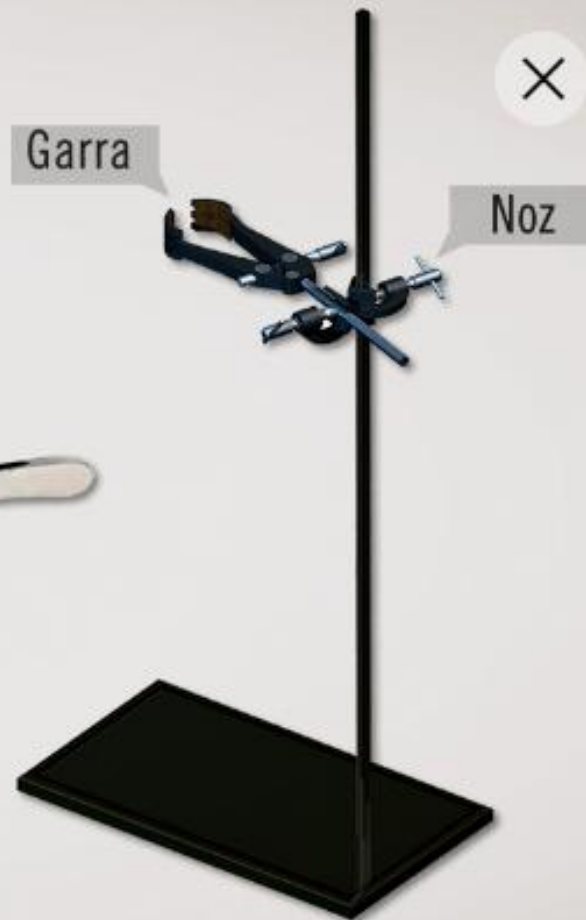
Espátula



Pinça



Tenaz



## Suporte universal

## Outro material



Funil de Buchner



Bico de Bunsen



Almofariz e pilão



Garrafa de esguicho



# Erros e média!

# Erros e sua determinação

- Qualquer medição é afectada por erros! ☹️





# Medição em Química

Os erros acidentais são difíceis de eliminar, pois as suas causas são imprevisíveis. Contudo, podem ser reduzidos quer com o aperfeiçoamento da medição pelo operador, quer efetuando várias medições –  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  (em número ímpar) – da mesma grandeza, de modo a tomar o seu **valor médio**,  $\bar{x}$ , como o **valor mais provável** dessa grandeza.

# Média aritmética

- Efectuar a mesma medida entre 3 a 5 vezes a fim de se obter o **valor mais provável**.
- Conhecida como o valor mais provável de uma medida

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

# Erro absoluto

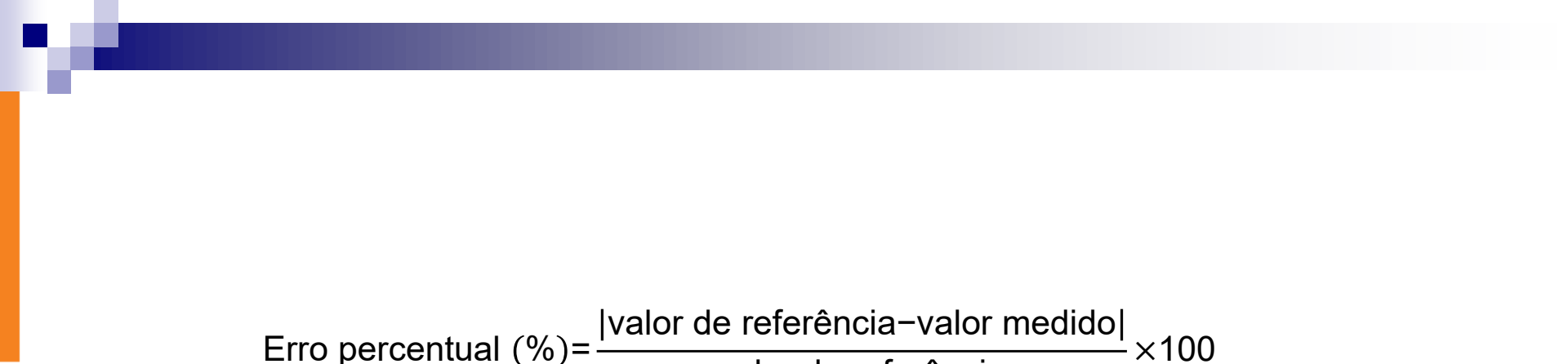
- Valor absoluto da diferença entre o valor da medida ou valor medido ( $x_i$ ) e o valor exacto/verdadeiro ( $x_e$ )

$$\varepsilon_a = |x_i - x_e|$$


# Erro percentual

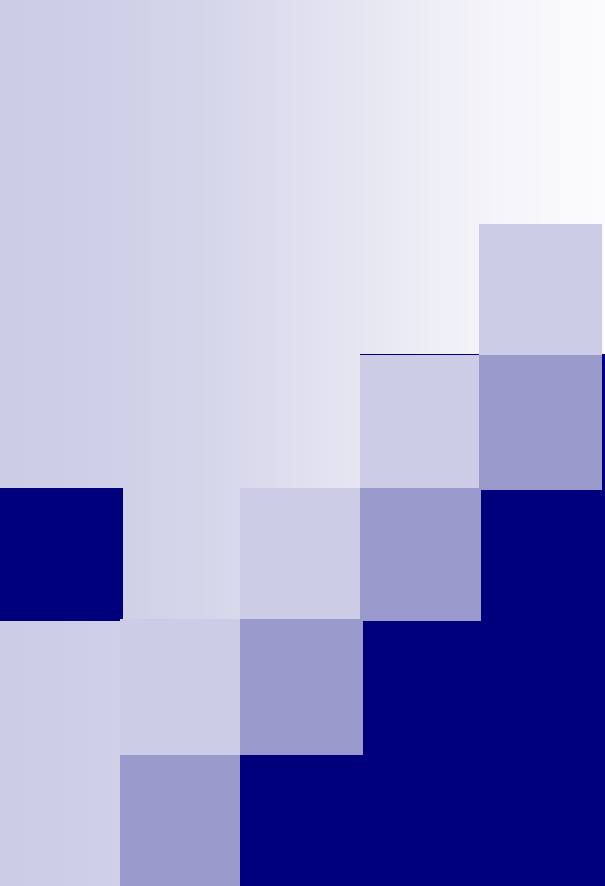
- Quociente entre o erro absoluto e o valor exacto da grandeza.

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{valor_{exacto}}$$


$$\text{Erro percentual (\%)} = \frac{|\text{valor de referência} - \text{valor medido}|}{\text{valor de referência}} \times 100$$

O valor medido será tanto mais exato quanto menor for o seu erro percentual.





Será possível fazer  
uma medição  
exacta?

# Resposta à questão:

- É impossível fazer-se uma medida exacta tendo em conta que as medições efetuadas à grandeza são afectadas por:
  - ☐ Observador
  - ☐ Instrumento de medida
  - ☐ Método utilizado

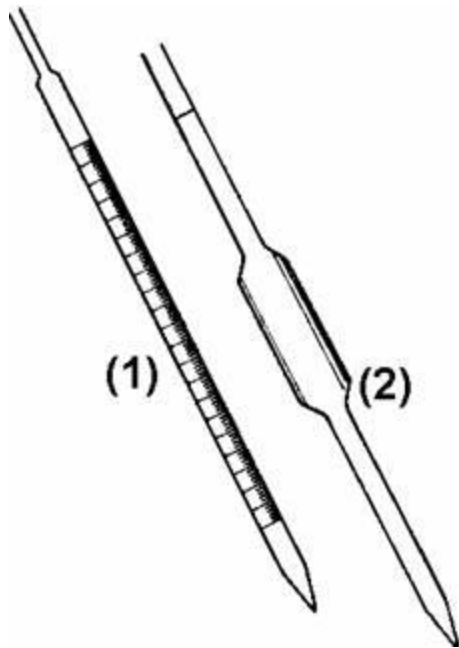
# Erros

- Surgem quando se efectua uma medição e podem ser:
  - Erros grosseiros
  - Erros sistemáticos
  - Erros acidentais (ou fortuitos)



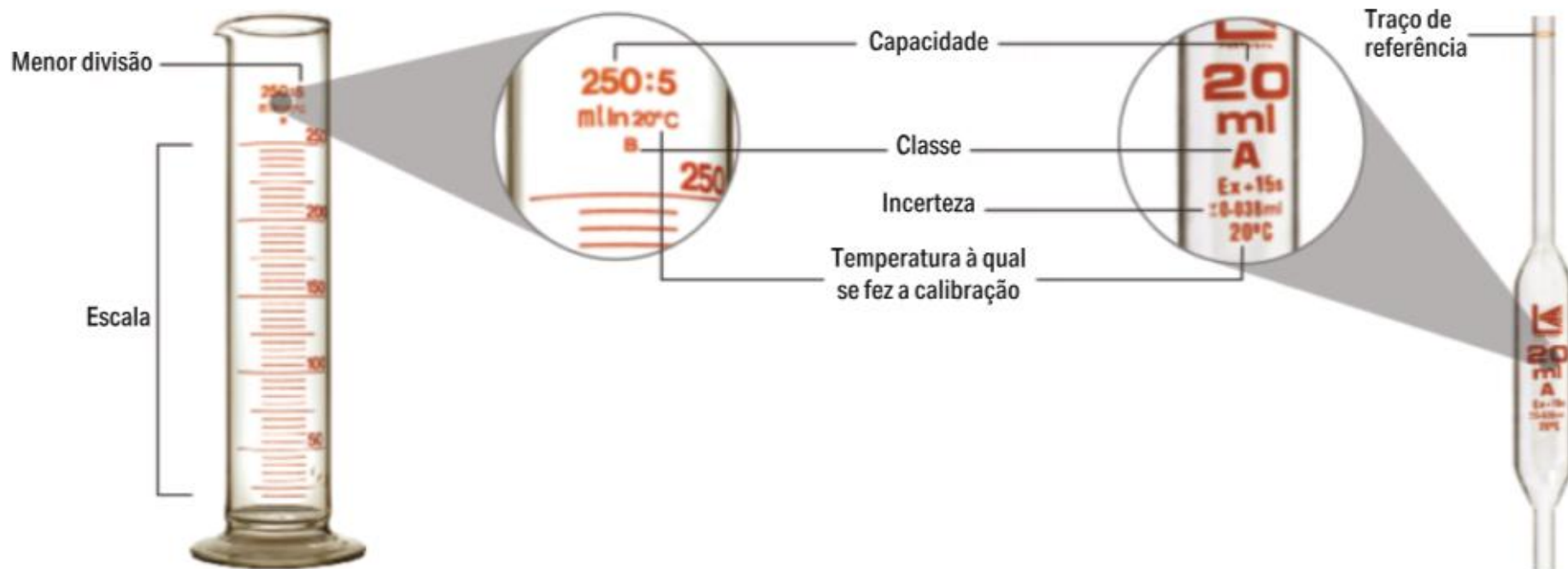
# Erro grosseiro

- Medir um volume de um líquido com um aparelho inadequado.



$V_{\text{pretendido}} = 20 \text{ cm}^3$

Pipeta usada: volumétrica de  $25 \text{ cm}^3$



# Erro Sistemático

- Resultam dos instrumentos utilizados, do observador ou do método utilizado.
  - Ex: Medir a massa de uma amostra com o ponteiro num dado valor.



# Erro Acidental

- Resultam de causas imprevistas e desconhecidas.
- A sua natureza é muitas vezes aleatória.

# Precisão

- Maior ou menor dispersão (afastamento) dos valores medidos.

- ☐ Valor real: 56.5° C

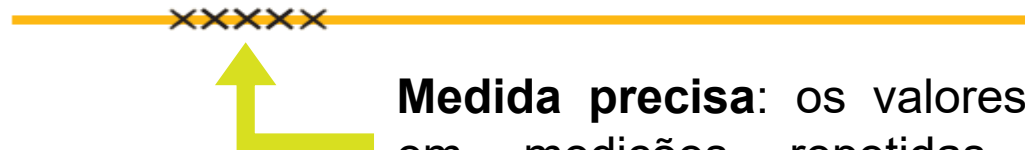
- ☐ Valores medidos:

- 56.7

- 55.1

- 55.3

- 55.4



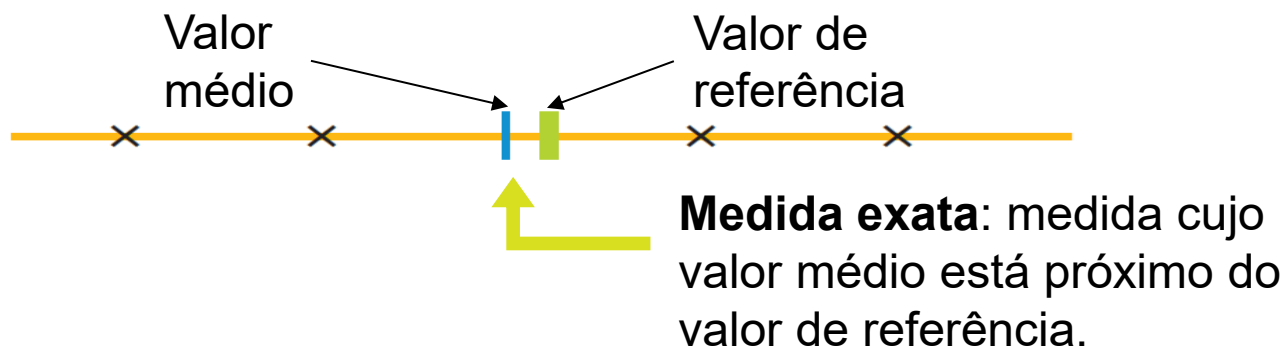
**Medida precisa:** os valores encontrados em medições repetidas da mesma grandeza estão muito próximos.

# Exactidão

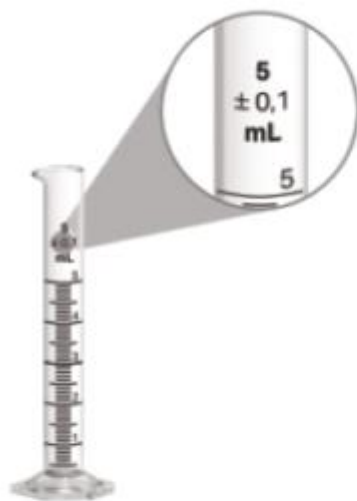
- Traduz a proximidade entre o valor da grandeza medido e o valor real (ou exacto).
  - Valor real: 25.3g
  - Valor medido: 25.2g

# Precisão e exatidão

O resultado de um conjunto de medições diz-se **exato** se o valor médio está próximo do valor de referência.



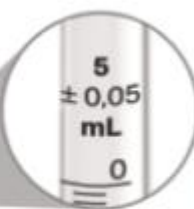
A exatidão de um resultado é afetada pelos **erros sistemáticos**.



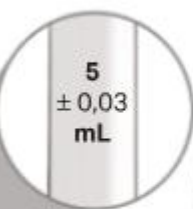
Provetas graduadas



Pipetas graduadas



Pipetas volumétricas



Balões volumétricos



Buretas



**Maior incerteza (menor exatidão)**

**Menor incerteza (maior exatidão)**



# Repetibilidade

- Aproximação de um conjunto de medidas da grandeza mensurada face às mesmas condições de medição.

# Medição e medida: resumo

Tipos de erros	Características	Causas
Aleatórios ou acidentais	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ São imprevisíveis e surgem ocasionalmente.</li><li>✓ Não são regulares, isto é, oscilam aleatoriamente para um lado e para o outro do valor da grandeza.</li><li>✓ São difíceis de eliminar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Más leituras, quer por posição errada do observador, quer por desconhecimento da escala de leitura.</li><li>✓ Movimento brusco do operador.</li><li>✓ Variações bruscas de temperatura, pressão, vento, tensão elétrica, etc.</li><li>✓ Outras causas.</li></ul>
Sistemáticos	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Existem sempre e verificam-se sempre no mesmo sentido.</li><li>✓ Podem ser compensados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ O método utilizado não é adequado.</li><li>✓ Deficiência dos instrumentos de medida.</li><li>✓ Flutuações nas condições de medição.</li><li>✓ Utilização de reagentes com impurezas.</li><li>✓ Deficiências nos procedimentos do operador.</li></ul>

## Incerteza absoluta e incerteza relativa

A **incerteza absoluta de leitura** é o erro máximo que podemos cometer nessa leitura.

- Se for feita **uma única medição** num **aparelho analógico**, a incerteza absoluta de leitura corresponde a metade da menor divisão da escala desse aparelho.
- Se for feita **uma única medição** num **aparelho digital**, a incerteza absoluta de leitura corresponde ao menor valor que é possível ler nesse aparelho.

A incerteza de cada instrumento de medida é indicada pelo respetivo fabricante e é sempre um valor numérico.

## Medição de massas, volumes e densidades usando instrumentos adequados

Medir a massa de uma amostra é uma operação que se denomina por **pesagem**.

O instrumento necessário para essa operação é a balança, que geralmente está graduada em gramas.

O **alcance** é o valor máximo que é possível medir utilizando o aparelho (neste caso a balança).

A **sensibilidade** é o valor da menor divisão da sua escala.

Antes de medir a massa de um corpo deve ser escolhida a balança de alcance e sensibilidade adequados.



Balança eletrônica

## Medição de massas, volumes e densidades usando instrumentos adequados

Para medir a massa da amostra deve ter os cuidados seguintes:

- Não colocar a amostra diretamente sobre o prato da balança, mas dentro de um recipiente limpo e seco (o recipiente deve estar à temperatura ambiente, porque o corpo ou material aquecido provoca correntes de ar que introduzem erros na pesagem).
- Evitar vibrações na mesa ou na bancada onde se encontra a balança.
- Evitar derrames de líquidos ou reagentes sólidos sobre o prato da balança.



# No laboratório



# Eliminação de resíduos Laboratoriais

- verter numa pia e diluir com água corrente;
- eliminar como resíduo sólido para aterro.

Estes processos só devem ser considerados para resíduos pouco perigosos ou para resíduos perigosos em quantidades muito pequenas

# Pictogramas de perigo



## **CORROSIVO**

Evitar o contacto com a pele, os olhos e o vestuário e proteger as vias respiratórias.





## **INFLAMÁVEL**

Evitar a aproximação  
a chamas ou  
fontes de calor.



## **OXIDANTE/COMBURENTE**

Evitar o contacto  
com materiais  
inflamáveis.



## **EXPLOSIVO**

Evitar a aproximação  
a chamas ou fontes de calor  
e a fricção ou choque.



## **TÓXICO**

Evitar o contacto com  
a pele e os olhos e evitar  
a inalação de vapores.



## **PERIGO PARA A SAÚDE**

Evitar o contacto com  
a pele e os olhos e evitar  
a inalação de vapores.



## **PERIGO PARA O AMBIENTE**

Evitar descargas  
diretas para  
o meio ambiente.



**PERIGO GRAVE PARA A SAÚDE**

Produtos  
mutagénicos  
e/ou carcinogénicos.



## **GASES SOB PRESSÃO**

Risco de  
explosão sob  
ação do calor.



Nas atividades laboratoriais devemos prestar atenção aos símbolos presentes nos rótulos dos frascos.

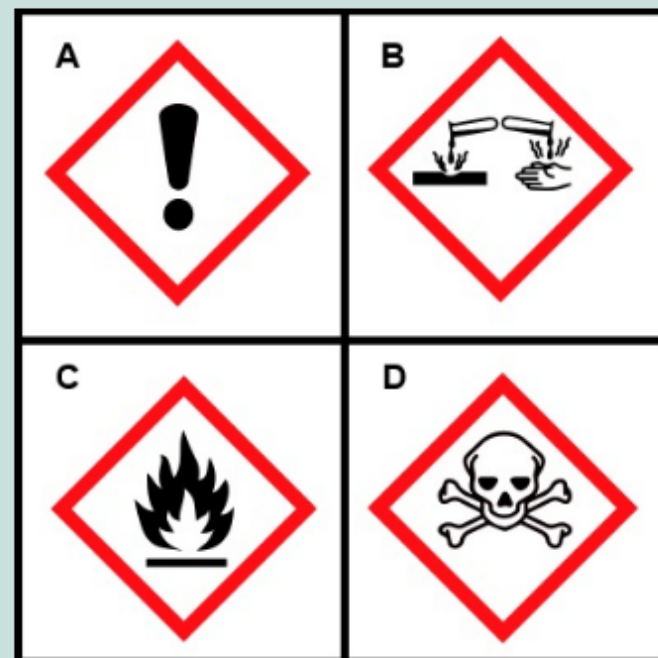
Selecione a opção que indica a sequência correta dos símbolos apresentados.

A - Corrosivo; B - Perigo para a saúde;  
C - Inflamável; D - Tóxico.

A - Perigo para a saúde; B - Tóxico;  
C - Inflamável; D - Corrosivo.

A - Tóxico; B - Corrosivo; C - Perigo para a saúde; D -  
Inflamável.

A - Perigo para a saúde; B - Corrosivo;  
C - Inflamável; D - Tóxico.



Nas atividades laboratoriais devemos prestar atenção aos símbolos presentes nos rótulos dos frascos.

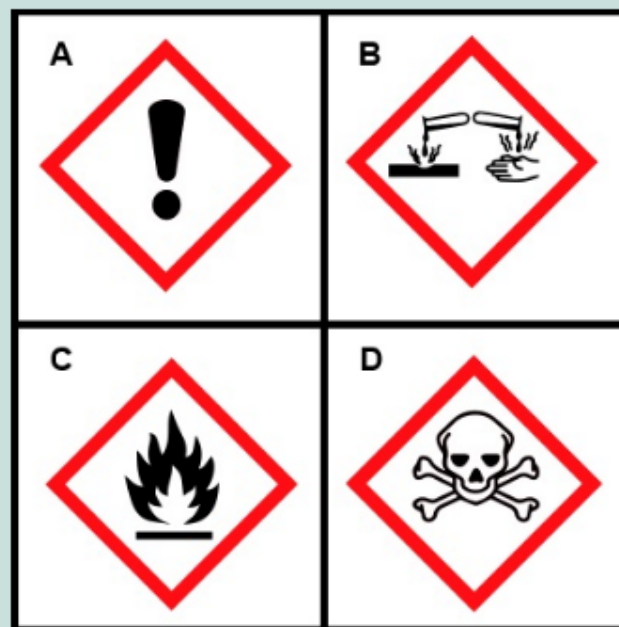
Selecione a opção que indica a sequência correta dos símbolos apresentados.

A - Corrosivo; B - Perigo para a saúde;  
C - Inflamável; D - Tóxico.

A - Perigo para a saúde; B - Tóxico;  
C - Inflamável; D - Corrosivo.

A - Tóxico; B - Corrosivo; C - Perigo para a saúde; D -  
Inflamável.

A - Perigo para a saúde; B - Corrosivo;  
C - Inflamável; D - Tóxico.





# Erros e média!

# Erros e sua determinação

- Qualquer medição é afectada por erros! ☹️



# Medição em Química

Os erros acidentais são difíceis de eliminar, pois as suas causas são imprevisíveis. Contudo, podem ser reduzidos quer com o aperfeiçoamento da medição pelo operador, quer efetuando várias medições –  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  (em número ímpar) – da mesma grandeza, de modo a tomar o seu **valor médio**,  $\bar{x}$ , como o **valor mais provável** dessa grandeza.

# Média aritmética

- Efectuar a mesma medida entre 3 a 5 vezes a fim de se obter o **valor mais provável**.
- Conhecida como o valor mais provável de uma medida

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

# Erro absoluto

- Valor absoluto da diferença entre o valor da medida ou valor medido ( $x_i$ ) e o valor exacto/verdadeiro ( $x_e$ )

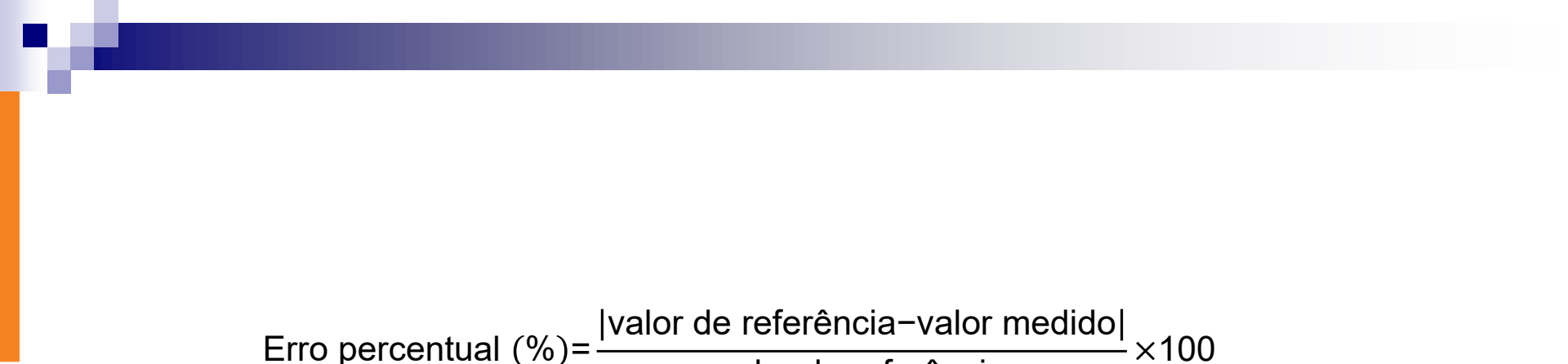
$$\varepsilon_a = |x_i - x_e|$$

# Erro percentual


- Quociente entre o erro absoluto e o valor exacto da grandeza.

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{valor_{exacto}}$$




$$\text{Erro percentual (\%)} = \frac{|\text{valor de referência} - \text{valor medido}|}{\text{valor de referência}} \times 100$$

O valor medido será tanto mais exato quanto menor for o seu erro percentual.



Valores medidos		Cálculo do erro		
Ensaio	Massa/g	Média/g	Erro absoluto/g ( $E_a$ )	Erro percentual relativo/% ( $E_r$ )
1	0,75	0,75	$E_a =  x_{\text{médio}} - x_{\text{verdadeiro}} $ $E_a =  0,75 - 0,70  \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow E_a = 0,05$	$E_r (\%) = \frac{E_a}{x_{\text{verdadeiro}}} \times 100\%$ $E_r (\%) = \frac{0,05}{0,70} \times 100\% = 7\%$
2	0,77			
3	0,73			
Resultado da medição			$m = (0,75 \pm 0,05) \text{ g}$	$m = 0,75 \text{ g} \pm 7\%$



# Uma nota!

- Como o valor exacto da grandeza é geralmente desconhecido, determinamos **a incerteza** nas medições efectuadas

# Incerteza absoluta

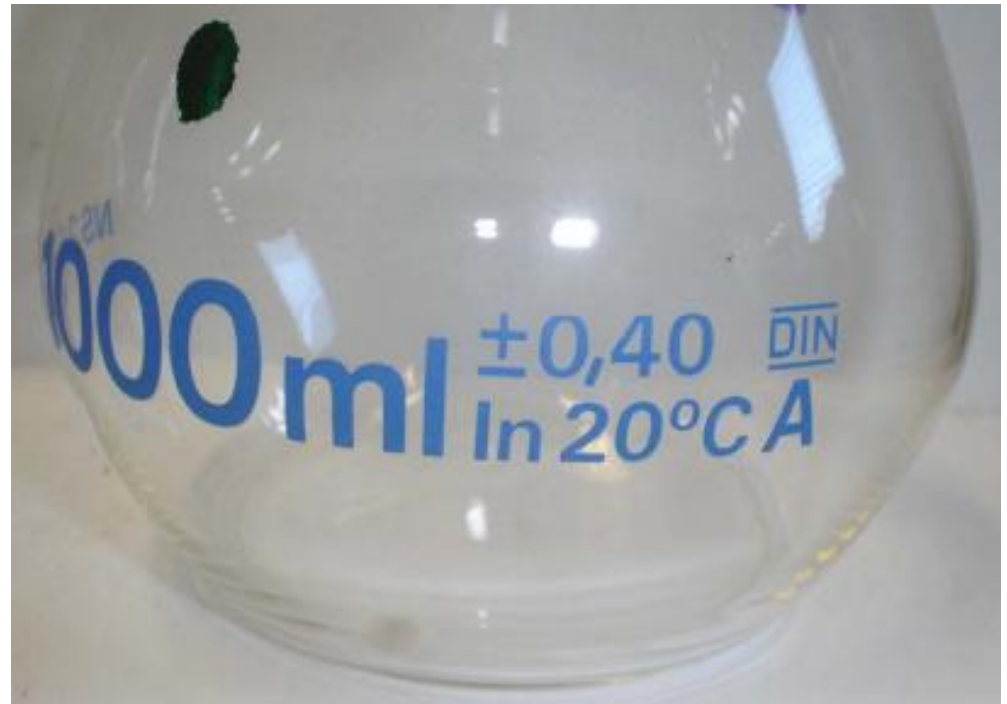
- Quando se utiliza um aparelho de medida, considera-se a incerteza absoluta igual a metade da sua natureza.

# Situação I



$$U = (3,2 \pm 0,2) \text{ V}$$

# Situação II



$$V_{(\text{contido})} = (1000,0 \pm 0,4) \text{ mL}$$

$$\delta = \pm 0.4 \text{ ml}$$

← Incerteza

# Situação III



$$m'' = (63,54 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$e = 0,1 \text{ g} \quad d = 0,01 \text{ g}$$

*e = exacto*

*d = duvidoso*

# Incerteza absoluta

- O desvio de uma medida é determinado da seguinte forma:

$$\delta = x_i - \bar{X}$$



# Incerteza absoluta (cont.)

- Quando se efectuam várias leituras da mesma grandeza, a incerteza absoluta é dada por:

$$\Delta x = |\delta_i(\textit{máximo})|$$

# Exemplo

$$\delta_1 = 0.01$$

■ A incerteza absoluta é:

$$\delta_2 = 0.02$$

$$\Delta x = |\delta_3| = 0.04$$

$$\delta_3 = -0.04$$

Qualquer grandeza física escalar pode ser escrita na forma:

$$A = (a \pm \sigma)$$



Valor numérico da grandeza

Incerteza

# Incerteza relativa de uma medição

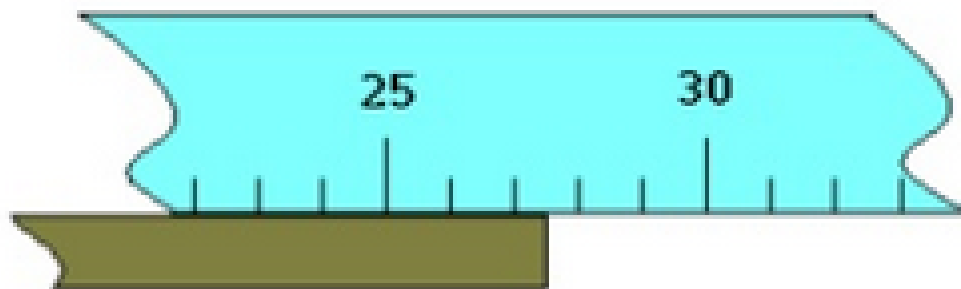
- Quociente entre a incerteza absoluta e a média

$$\Delta x_r = \frac{\Delta x}{\bar{X}} \times 100\%$$

- Indica a precisão da medição efectuada
  - Menor valor implica maior grau de precisão.  
(ter em conta algarismos significativos)

Valores medidos		Cálculo da incerteza			
Ensaio	Massa/g	Média/g	Desvios absolutos/g	Desvio absoluto máximo/g (ou incerteza absoluta ( $I_a$ ))	Incerteza relativa percentual/%
1	0,75	0,75	0,00	0,02  (note-se que, neste caso, é maior do que a incerteza associada ao aparelho de medida)	$I_r(\%) = \frac{I_a}{x_{\text{médio}}} \times 100\%$  $I_r(\%) = \frac{0,02}{0,75} \times 100\% = 3\%$
2	0,77		0,02		
3	0,73		0,02		
Resultado da medição			$m = (0,75 \pm 0,02) \text{ g}$		$m = 0,75 \text{ g} \pm 3\%$

# Uma nota:



Valor significativo e duvidoso

27.3 cm    27.4 cm    27.5 cm

Valor significativo e exacto

# Resumo

## **Incerteza absoluta de uma leitura**

➤ Erro máximo que se pode cometer ao efectuar uma leitura.

Incerteza indicada no  
aparelho ou em tabelas?

*sim*

*Precisão, tolerância, erro, ...  
indicada pelo fabricante*

*não*

aparelho analógico

metade da natureza

Metade da menor divisão  
da escala do aparelho

aparelho digital

menor valor lido

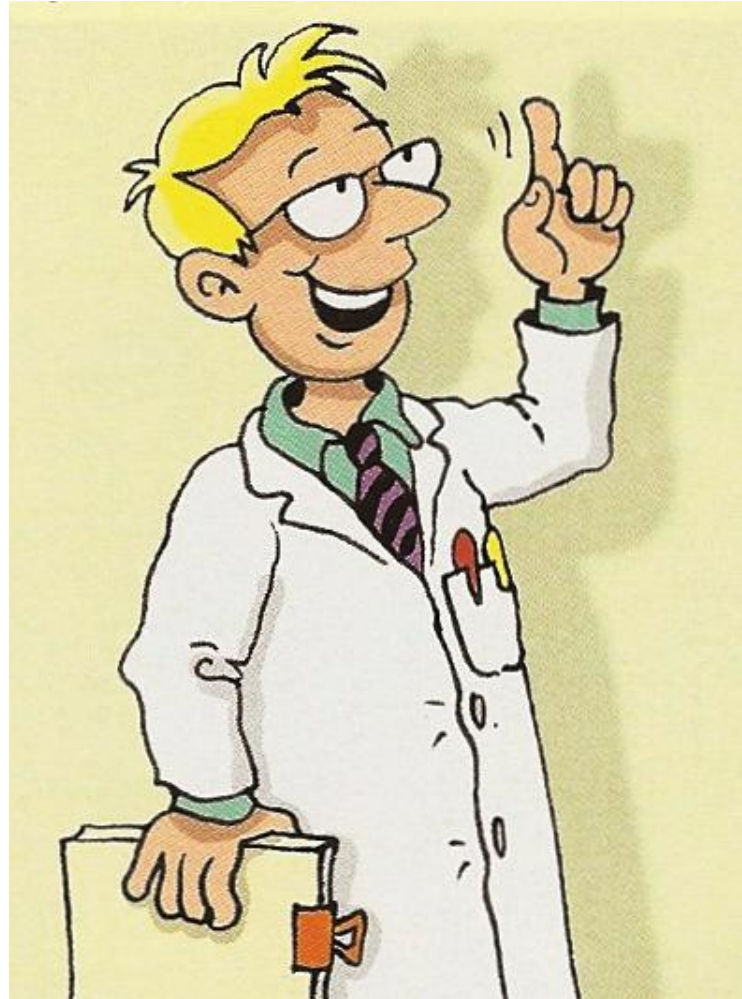
Salto entre 2 valores  
digitais sequenciais



# Regras de Segurança no Laboratório



**Vestir sempre uma bata  
(preferencialmente de algodão)**





**Nunca** cheirar directamente uma substância.





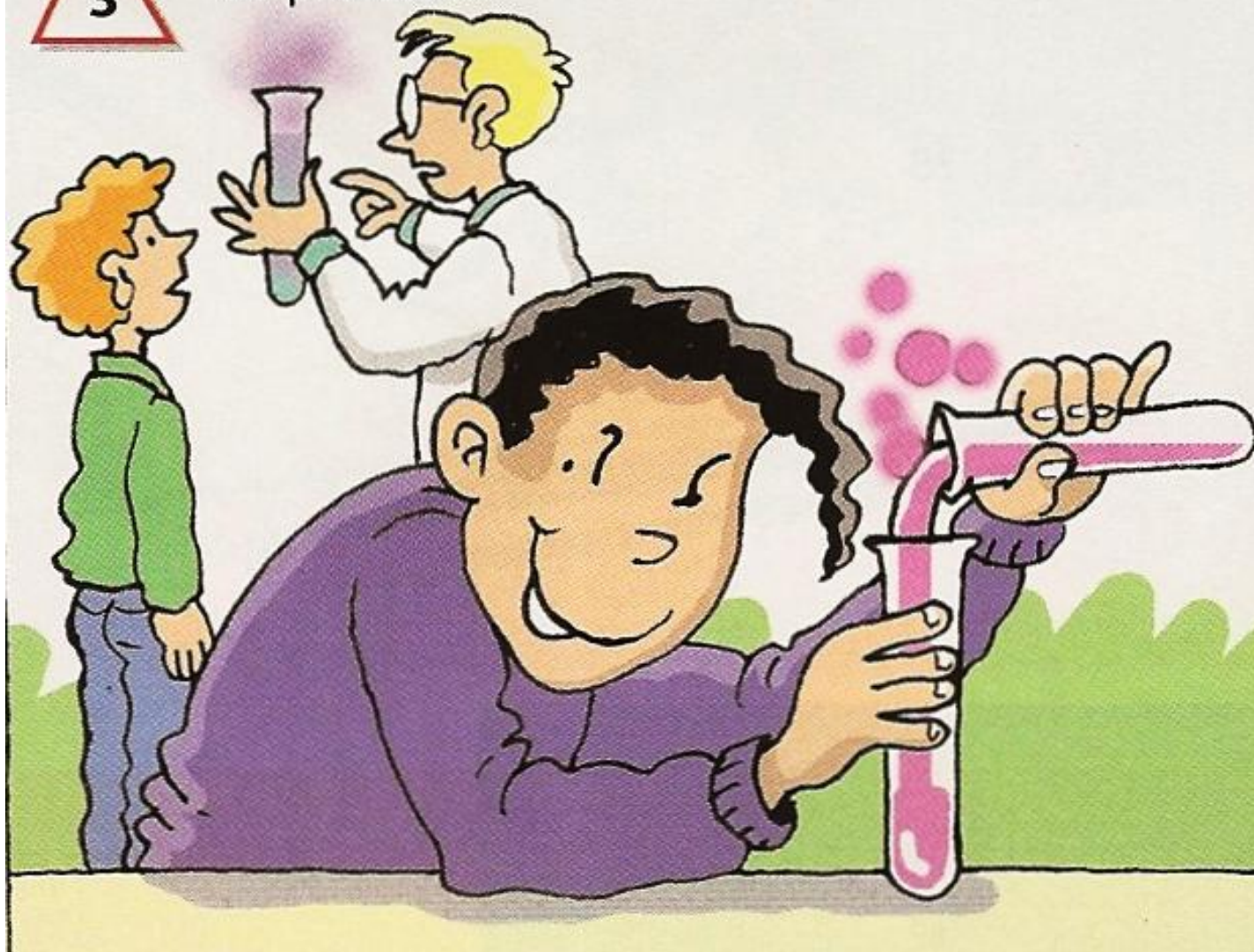


Há produtos muito tóxicos;  
por isso **nenhum** produto  
químico deve ser provado a  
fim de lhe conhecer o sabor.





**Nunca** misturar substâncias sem o conhecimento do professor.







**Não** derramar reagentes na pele.



5

**Não** levar à chama recipientes que não foram feitos para tal.







**Nunca** voltar a boca de um tubo de ensaio, que esteja a ser aquecido, para o próprio rosto ou para o rosto de um colega pois há perigo de projecções de material.





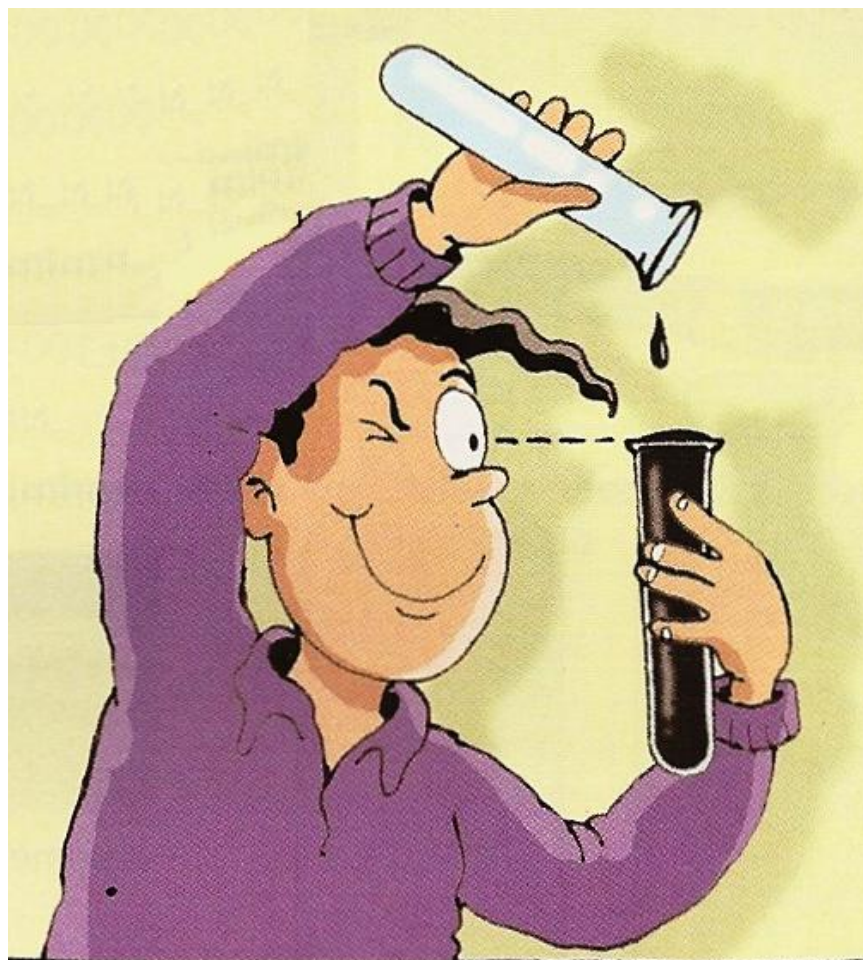
Para diluir um ácido dever-se-á deitar o ácido em cima da água e **nunca** ao contrário.







**Não** forçar a introdução de uma rolha em material de vidro.



**Não** encher demasiado um tubo de ensaio que vai ser aquecido.






**Evitar** trocas de tampas dos frascos.

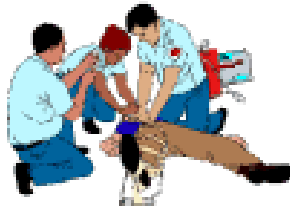





# Regras de Segurança e Higiene

- ✓ Verifica que todos os teus reagentes se encontram em bom estado.
- ✓ Certifica-te que o material e equipamentos a utilizar está limpo.
- ✓ Deves lavar as mãos com frequência.
- ✓ Protege adequadamente alguma ferida, corte ou arranhão que possas ter.
- ✓ Mantém a área de trabalho limpa e ordenada.
- ✓ Separa o lixo produzido e coloca possíveis reagentes químicos utilizados nos recipientes próprios.
- ✓ Não deves pipetar com a boca. Usa um pompete.

- 
- **Verificar se os reagentes se encontram em bom estado;**
  - **Verificar se o material e equipamentos a utilizar estão limpos;**
  - **Lavar as mãos com frequência;**
  - **Proteger adequadamente alguma ferida, corte ou arranhão (quando presente);**
  - **Manter a área de trabalho limpa e ordenada;**
  - **Separa o lixo produzido e colocar possíveis reagentes químicos utilizados nos recipientes próprios;**
  - **Não pipetar com a boca. Usar uma pompete.**





# Primeiros Socorros no Laboratório

- 
- **Em caso de envenenamento obter indicações do Centro de Informação Anti-venenos (CIAV) de modo a serem aplicadas medidas imediatas. Fazer acompanhar o sinistrado por um químico;**
  - **Cortes grandes** devem ser tratados por um médico. Entretanto aplicar ligadura de emergência (não usar algodão);

- Arrefecer pequenas queimaduras com água gelada. **NÃO APLICAR ÓLEOS, POMADAS, GORDURAS OU PÓS.** Grandes queimaduras: **MÉDICO;**
- Zonas corporais atingidas por **produtos cáusticos:** Lavar de imediato com muita água, pelo menos 10-15 minutos. No caso de agentes alcalinos, lavar com ácido acético a 1%. No caso de agentes ácidos lavar com bicarbonato de sódio a 1%. Consultar o médico.



- 
- **Olhos:** proteger o olho não atingido. Lavar intensamente no lava-olhos. Consultar de imediato o médico.
  - **Inalações perigosas:** Transportar de imediato o acidentado para o ar livre, mantendo absoluto repouso e mantendo-o quente até chegada do médico.

- 
- Em caso de derrame de produtos químicos sobre a roupa, despir imediatamente para evitar absorção dérmica. Consultar o médico;
  - No caso de deglutição de substâncias venenosas, obrigar o sinistrado a ingerir água fortemente salgada e provocar o vômito por toques na zona da epiglote (meter os dedos na boca!). Esta medida só deve ser utilizada se o sinistrado está consciente. Não provocar o vômito no caso de solventes, ácidos ou bases. Chamar a urgência médica.