

O que é a electricidade?	82
Grandezas fundamentais da electricidade	85
Diferença de potencial (d.d.p.) ou tensão	85
Intensidade de corrente eléctrica	87
Resistência eléctrica	89
Materiais condutores e isoladores da electricidade	91
Geradores eléctricos	92
Receptores eléctricos	93
Enriquecimento: geradores de corrente contínua	94
Quantidade de electricidade	96
Lei de Ohm	97
Circuito eléctrico	99
Efeitos da corrente eléctrica	101
Aplicações da lei de Ohm	105
Associação de receptores	106
Ligação em série	106
Ligação em paralelo	108
Enriquecimento: associação mista de receptores	110
Associação de geradores	111
Ligação em série	111
Ligação em paralelo	112
Potência e energia eléctrica	113
Potência eléctrica – watt	113
Energia eléctrica – watt.hora	114
Potência mecânica e eléctrica	115
Rendimento de um motor	116
Prova de Avaliação – exemplo	117

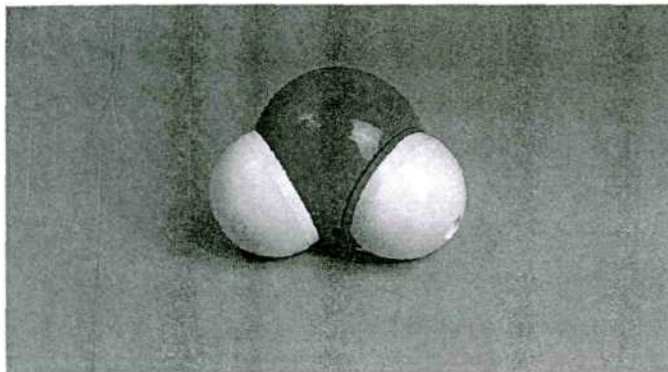
O que é a electricidade?

Para tentarmos com rigor encontrar uma explicação e uma resposta sobre o que é a electricidade, temos de adquirir algumas noções fundamentais da **teoria corpuscular da matéria**.

A matéria pode ser entendida como tudo aquilo que nos rodeia. Encontra-se em três estados: **sólido, líquido e gasoso**.

Vamos analisar, por exemplo, uma porção de água no estado líquido.

Dividindo-a em partes cada vez menores, chegaríamos à porção mínima de água impossível de observar mesmo recorrendo a um potente microscópio. A essa minúscula porção de água chamamos **molécula**.



Molécula
de água:
 H_2O .

Molécula é, pois, a mais pequena porção de uma substância que mantém as propriedades dessa substância.

Continuando essa divisão, verificamos que a molécula de água, por sua vez, é constituída por três partículas: duas dessas partículas são hidrogénio (H) e a outra oxigénio (O).

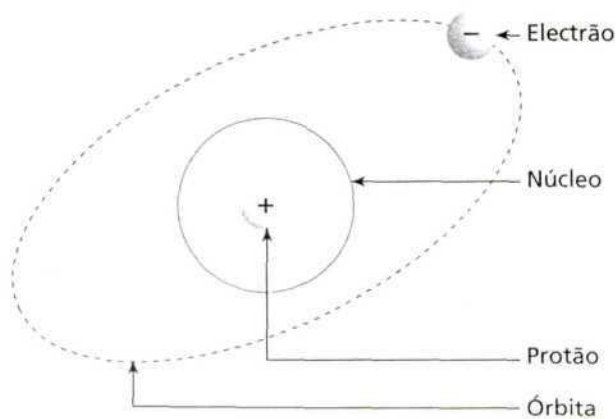
A essas partículas foi dado o nome de **átomos** — palavra de origem grega que significa indivisível.

A água é, pois, um composto formado pelos elementos hidrogénio e oxigénio.

Conclusão: toda a matéria é constituída por pequenos corpúsculos, independentes e "indivisíveis", denominados **átomos**.

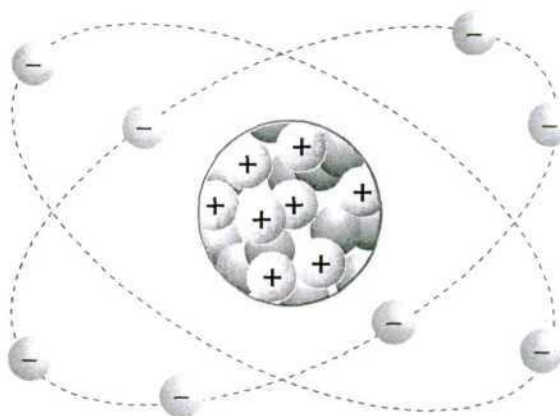
A esta conclusão chegou o químico britânico Dalton, em 1803.

Vamos agora "penetrar" no átomo, por exemplo, de hidrogénio, que é o átomo mais simples e leve que existe na Natureza, e analisar a sua constituição.



Átomo
de hidrogénio
(H).

Mas se fosse o átomo de oxigénio:



Apesar de diferentes, verificamos que qualquer átomo é constituído por:

- **núcleo:** parte central do átomo;
- **órbitas:** trajectórias à volta do núcleo.

No núcleo encontram-se dois tipos de partículas:

- **protões:** carregados com carga eléctrica positiva;
- **neutrões:** não possuem carga eléctrica; são, por isso, considerados electricamente neutros.

8

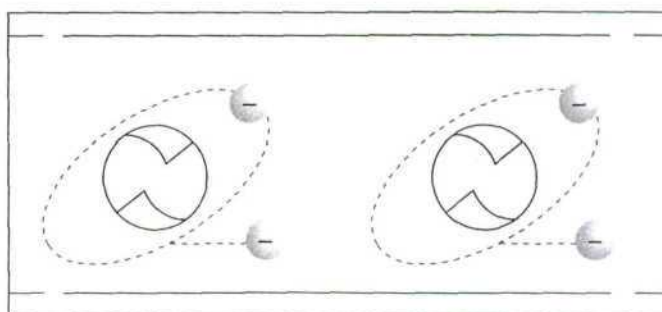
Nas órbitas encontra-se apenas um tipo de partículas que se movem a grande velocidade: os **electrões**.

Electrões: carregados de carga eléctrica **negativa** – igual à do protão mas de sinal contrário.

Um átomo tem sempre tantos electrões a girar e distribuídos nas órbitas como protões contidos no núcleo.

Portanto, um átomo é **neutro** (o número de cargas eléctricas negativas – electrões – é igual ao número de cargas eléctricas positivas – protões).

Mas... se há electrões que não conseguem sair das órbitas mais próximas do núcleo (**electrões ligados**), outros há que o conseguem fazer quando se encontram na órbita mais distante do núcleo e chama-se a estes, por isso, **electrões livres**.



Se da órbita de um átomo saírem electrões, esse átomo fica positivo, porque o número de protões no núcleo é sempre o mesmo para cada átomo. Diz-se então que esse átomo tem **falta de electrões**. Torna-se um **ião positivo**.

Curiosidade: somente a partir de 1930 se começou a conhecer o que ocorria nos núcleos atômicos. Todos os átomos têm, aproximadamente, o mesmo tamanho. O seu diâmetro é cerca de 0,000 000 01 cm (10^{-8} cm).

E se à órbita de um átomo chegarem electrões?

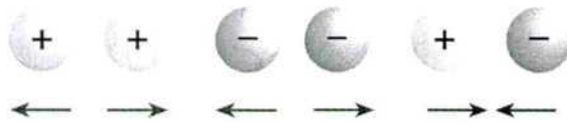
Neste caso, ele fica negativo, pois o átomo passa a ter **excesso de electrões** — **ião negativo**. Em qualquer dos casos diz-se que está **electrizado**, positiva ou negativamente.

Os electrões livres podem vir a ser facilmente atraídos por átomos que entretanto tenham perdido electrões e, por isso, estejam electricamente positivos.

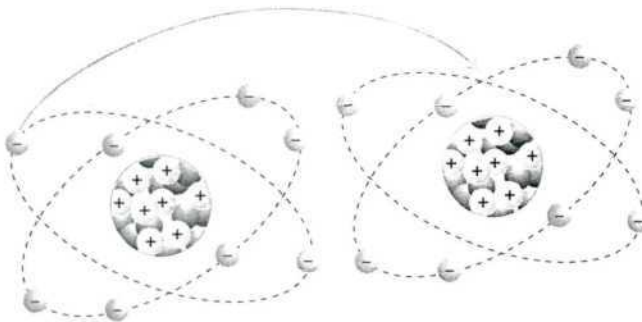
Poder-se-á perguntar: atraídos porquê?

A resposta está num princípio da electricidade, verificado experimentalmente, que diz o seguinte:

- **Cargas eléctricas do mesmo nome repelem-se.**
- **Cargas eléctricas de nome contrário atraem-se.**



Pode, assim, resultar um movimento desordenado de electrões de um átomo para outro átomo vizinho.



Para que tal aconteça basta que haja **desequilíbrio de cargas eléctricas**, isto é, que haja excesso ou falta de electrões nos átomos.

A electricidade surge e existe se surgir e existir esse desequilíbrio.

A electricidade é pois a consequência de um desequilíbrio atómico.

Por outras palavras

ELECTRICIDADE: é o efeito da falta ou do excesso de electrões nos átomos de uma dada substância.

EXPERIÊNCIA

Esfregue uma esferográfica de plástico na manga de uma camisola de lã (ou calças) até sentir um ligeiro aquecimento e coloque-a de imediato em contacto com pequenos bocados de papel. Verifica que estes são atraídos pela esferográfica porque, por fricção, **desequilibrou** os átomos da lã e do plástico, isto é, parte dos electrões da lã passaram para a esferográfica, ficando ambas as substâncias **electrizadas**.

Este é um fenómeno de **electricidade estática**.

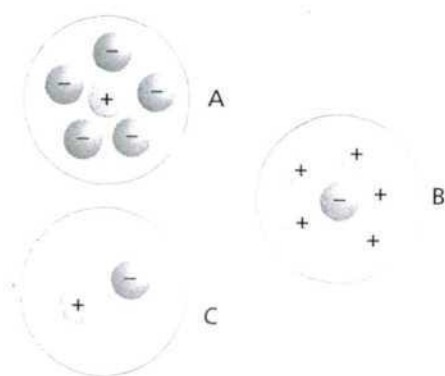
Grandezas fundamentais da electricidade

O conceito geral de electricidade a que chegámos encerra uma ideia ampla e vaga. Importa, agora, dirigi-la e concretizá-la para aspectos mais práticos, que levam à compreensão dos fenómenos eléctricos e de alguns termos muito usados na electrotecnia.

Essa compreensão passa pela análise e identificação de três importantes grandezas, consideradas fundamentais, porque são elas o "alicerce" onde assenta o enorme "edifício" que é a electricidade.

Diferença de potencial (d.d.p.) ou tensão

Da explicação anterior deduz-se que um corpo ou está electrizado ou está no **estado neutro**. Quando **electrizado** dizemos que tem **potencial eléctrico**.



- A** – Tem excesso de electrões
– Está electricamente negativo
– Tem potencial eléctrico negativo

- B** – Tem falta de electrões
– Está electricamente positivo
– Tem potencial eléctrico positivo

- C** – Não tem falta nem excesso de electrões
– Está electricamente neutro
– Tem potencial eléctrico nulo

8

Os electrões são as únicas partículas que se movem e que podem sair dos seus átomos.

Podemos, agora, arranjar uma definição para potencial eléctrico.

O **potencial eléctrico** de um corpo indica-nos:

- o seu nível de electrização;
- se tem excesso ou falta de electrões.

Representando o potencial pela letra U , então o potencial das esferas é, respectivamente, U_A , U_B e U_C .

Qualquer uma das esferas (A, B, C) tem potenciais diferentes. É lógico pensar que há **diferença de potencial** entre elas.

A d.d.p. (diferença de potencial):

- entre a esfera A e a esfera B é $U_A - U_B$;
- entre a esfera A e a esfera C é $U_A - U_C$;
- entre a esfera B e a esfera C é $U_B - U_C$.

A diferença de potencial é uma grandeza eléctrica que tem valor e pode ser medida.

À **d.d.p.** também é usual chamar-se tensão. Representa-se pela letra **U**.

$$\text{d.d.p.} = \text{TENSÃO}$$

É sempre medida entre dois pontos ou pólos. Existe quando os respectivos potenciais eléctricos são diferentes.

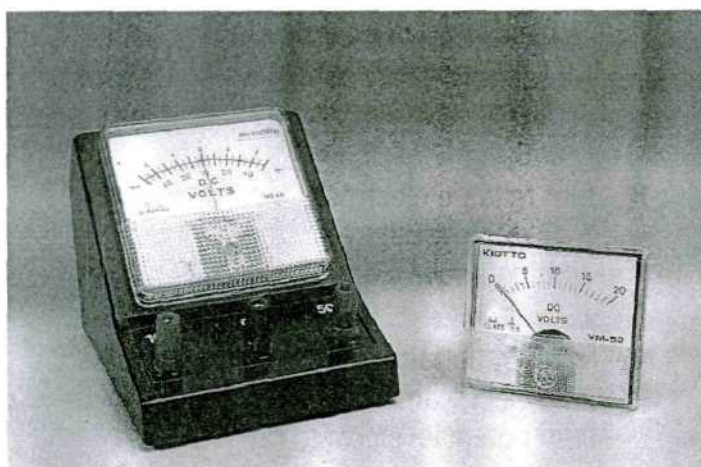
A sua unidade de medida é o **volt*** (V).

Qualquer aparelho (receptor) eléctrico tem sempre indicado o valor da d.d.p. a que deve ser ligado.

Por exemplo, em nossas casas a tensão nas tomadas é de cerca de 220 V, medida entre os dois condutores (fase e neutro).

* **volt**: em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta.

GRANDEZA ELÉCTRICA	UNIDADE DE MEDIDA	APARELHO DE MEDIDA
d.d.p. ou tensão (U)	volt (V)	voltímetro 



Voltímetros

Há **voltímetros** para medir tensões muito baixas, médias ou altas, ou seja, voltímetros para medir tensões inferiores a 1 volt e voltímetros capazes de medirem tensões de alguns milhares de volts. Por isso, usam-se com frequência alguns submúltiplos e múltiplos do volt.

Submúltiplo:

milivolt (mV): $1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$

Múltiplo:

quilovolt (kV): $1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$

Ex.: $U = 10 \text{ V}$ ou $U = 10\,000 \text{ mV}$ ou $U = 0,01 \text{ kV}$

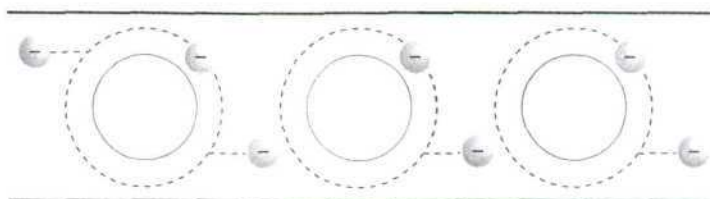
EXPERIÊNCIA

Dispondo, na sala de aula, de um voltímetro e várias pilhas pode verificar se o número de volts nelas registadas corresponde às leituras efectuadas.

Experimente, também, ligar os dois fios do aparelho ao mesmo pólo da pilha. Tire as respectivas conclusões.

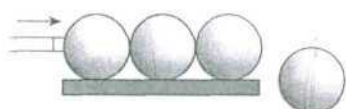
Intensidade de corrente eléctrica

Quando atrás falámos de electrões, foi referido que alguns poderiam sair das suas órbitas pela acção de estímulos exteriores. A figura ilustra o que de alguma forma se passa, por exemplo, num fio de cobre pela acção desses estímulos.



Os electrões livres dos átomos de cobre, por acção de estímulos exteriores, podem sair das suas órbitas e ordenadamente adquirirem movimento no seio do fio.

Para uma melhor compreensão, podemos comparar este fenómeno àquele que se verifica quando se toca na primeira de uma série de bolas de bilhar encostadas umas às outras.



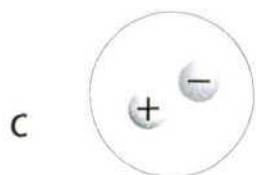
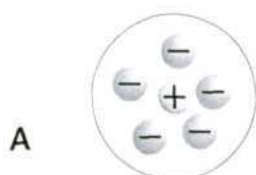
Instantaneamente a última bola desloca-se. O seu movimento porém é lento.

A propagação desse movimento é praticamente instantânea.

Com os electrões livres acontece o mesmo.

Não devemos esquecer que os electrões têm carga eléctrica negativa e os prótons carga eléctrica positiva.

Já atrás vimos que cargas de sinal igual se repelem e cargas de sinal contrário se atraem.



Utilizando novamente os corpos A e C:

- No corpo A existem, no seu interior, forças de repulsão entre os electrões que estão em excesso;
- No corpo C não existem forças de repulsão.



Se conseguirmos ligar o corpo A ao corpo C através de um meio que permita o movimento dos electrões que se encontram em excesso em A que se passará?

Passam electrões do corpo A para o C.

A este movimento de electrões livres chamamos corrente eléctrica.

Existe sempre passagem de electrões livres (corrente eléctrica) enquanto as condições de C forem diferentes das de A, isto é, o potencial de C for diferente do de A. Mas quando essas condições se igualarem, tal passagem deixa de existir.

Por outras palavras:

Quando a d.d.p. = 0 não existe corrente eléctrica.

Para que servirá a corrente eléctrica?



Os aparelhos eléctricos que temos em casa só funcionam quando por eles passa uma corrente eléctrica.

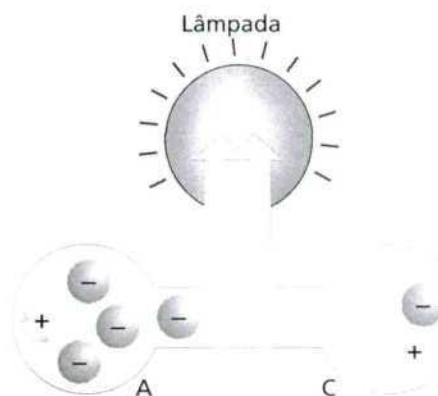
Vamos introduzir, por exemplo, uma lâmpada no percurso dos electrões e ver o que acontece.

A lâmpada acende e mantém-se acesa enquanto houver corrente eléctrica, portanto, d.d.p. Aproveitamos, assim, a corrente eléctrica para acender a lâmpada.

Muito rapidamente se estabelece o equilíbrio e como não existem condições que permitam manter a d.d.p. a lâmpada não pode permanecer sempre acesa, como se pretendia.

Naturalmente que esta situação não responde aos nossos interesses.

Senão vejamos: quando acendemos uma lâmpada, pretendemos que ela se mantenha acesa enquanto quisermos.



Isto é possível porque, na prática, é também possível **criar e manter**, sempre que desejarmos, uma determinada d.d.p.

Este papel cabe aos **geradores eléctricos**.



As pilhas são geradores eléctricos.

A corrente eléctrica (movimento dos electrões) poderá ser mais ou menos **intensa**, isto é, poderão passar mais ou menos electrões.

Daí a palavra **intensidade de corrente eléctrica** (I). Para isso contribui a maior ou menor diferença de potencial e a maior ou menor dificuldade que os electrões encontram no seu percurso.

A intensidade de corrente eléctrica é mais uma grandeza eléctrica que não devemos esquecer. A sua unidade de medida é o **ampere** (A).

Resumindo num quadro, tal como fizemos para a d.d.p.:

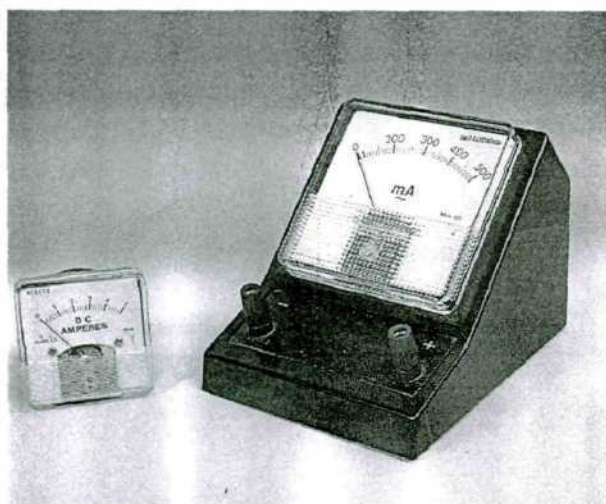
* **Ampère**: cientista francês (1775-1856).

GRANDEZA ELÉCTRICA	UNIDADE DE MEDIDA	APARELHO DE MEDIDA
Intensidade de corrente (I)	Ampere (A)	Amperímetro 

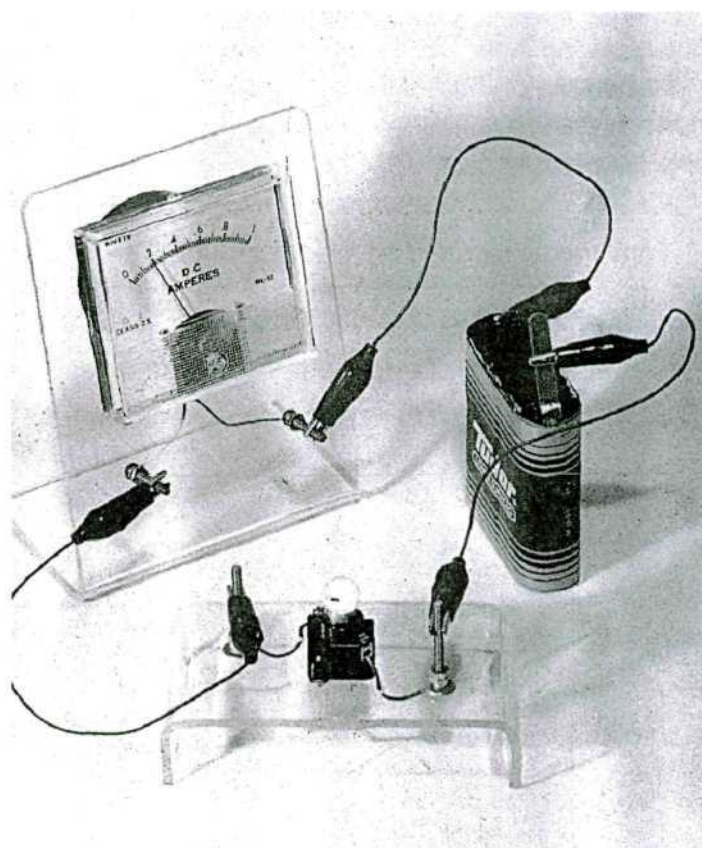
É usado frequentemente um submúltiplo do ampere: o **miliampere** (mA).

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$$

$$\text{Exemplo: } I = 0,5 \text{ A} = 500 \text{ mA}$$



Amperímetro e miliamperímetro.



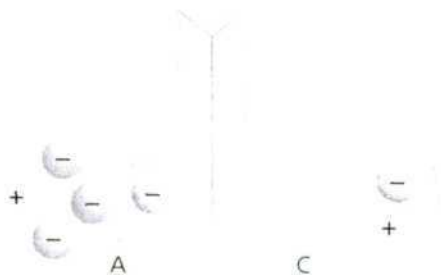
Utilização de um amperímetro na medida da intensidade de corrente eléctrica.

Resistência eléctrica

Vamos imaginar que os electrões livres no seu movimento deparavam com um caminho cheio de obstáculos e por isso difícil de ser atravessado. Diríamos que essa corrente eléctrica tinha **muita dificuldade** em continuar o seu trajecto.

Se o caminho, por acaso, fosse fácil para a passagem dos electrões, diríamos então que essa corrente eléctrica tinha **pouca dificuldade** em seguir tal caminho.

As palavras sublinhadas acabam por traduzir aquilo a que se convencionou chamar **resistência eléctrica**, que é uma nova grandeza eléctrica fundamental para a compreensão e execução de um circuito eléctrico.



A resistência eléctrica traduz exactamente a maior ou menor dificuldade que determinado caminho ou elemento oferece à passagem da corrente eléctrica.

Por outras palavras:

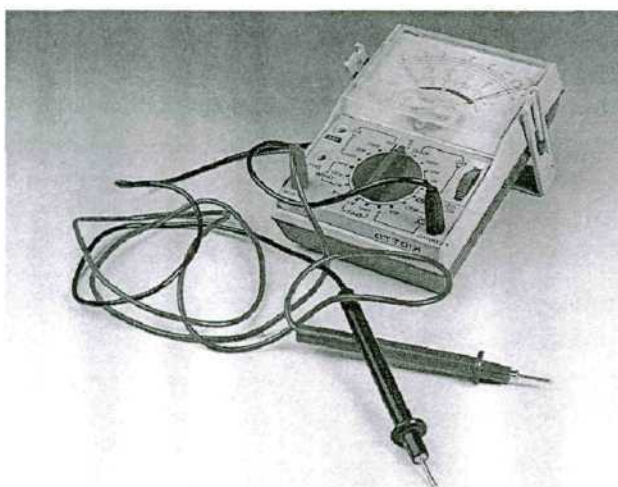
• **Resistência eléctrica** – R – é o grau de oposição que um corpo oferece ao movimento dos electrões. A sua unidade de medida é o **ohm (Ω)**.

Podemos desde já concluir que a resistência eléctrica vai controlar a corrente eléctrica, isto é, para a mesma d.d.p., variando a resistência, vamos necessariamente variar a intensidade da corrente eléctrica.

GRANDEZA ELÉCTRICA	UNIDADE DE MEDIDA	APARELHO DE MEDIDA
Resistência eléctrica (R)	Ohm* (Ω)	Ohmímetro 

* Ohm: físico alemão (1787-1854).

Para medir resistências eléctricas utiliza-se frequentemente o **multímetro**, que é um aparelho de medida muito prático e funcional, pois também pode ser usado para medir a d.d.p. e intensidades de corrente eléctrica em escalas a que correspondem diferentes sensibilidades.



Multímetro

A unidade de medida, ohm, é pequena, pelo que é vulgar o uso de múltiplos:

Múltiplos: 1 quiloohm ($k\Omega$) = 1000 Ω
1 megaohm ($M\Omega$) = 1 000 000 Ω

Ex.: $R = 10\,000\ \Omega$

$R = 10\ k\Omega$

$R = 0,01\ M\Omega$

EXPERIÊNCIA

Importa analisar na aula um multímetro e tentar compreender e descobrir as suas funções e forma de o manejar. Pode utilizá-lo, depois, na medição das grandezas eléctricas já estudadas.

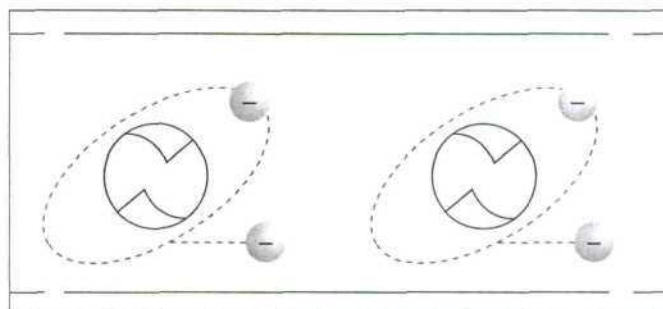
Resumindo:

GRANDEZA ELÉCTRICA	UNIDADE DE MEDIDA	APARELHO DE MEDIDA
d.d.p. ou tensão (U)	Volt (V)	Voltímetro 
Intensidade de corrente (I)	Ampere (A)	Amperímetro 
Resistência eléctrica (R)	Ohm (Ω)	Ohmímetro 

Materiais condutores e isoladores da electricidade

Há materiais cujos átomos têm um ou mais electrões livres na sua última órbita. Por serem livres, esses electrões podem saltar de órbita para órbita.

Tais materiais acabam, por isso, por se **deixarem atravessar facilmente pela corrente eléctrica**. São os denominados **condutores** da electricidade. Têm uma resistência eléctrica muito pequena.



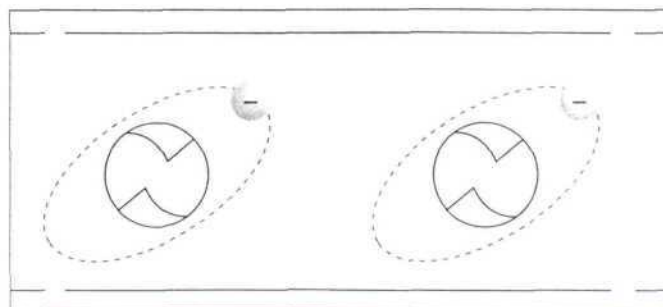
8

Como já foi referido na 6.^a Unidade, todos os metais são condutores: **ouro, prata, cobre, alumínio, latão**, etc.

O cobre e o alumínio são os metais mais utilizados no fabrico dos fios eléctricos condutores.

Há porém outros corpos ou substâncias cujos átomos não têm electrões livres. Os electrões que existem estão fortemente ligados às órbitas e deste modo não se podem deslocar através desses corpos.

Esses materiais dizem-se **maus condutores** ou isolantes, porque, em princípio, **não se deixam atravessar pela corrente eléctrica**. Têm uma resistência eléctrica elevadíssima.



Como vimos, há um número muito grande de substâncias isoladoras:

borracha, mica, papel, madeira, ar seco, vidro, cerâmica, **policloreto de vinilo**, etc., sendo este último utilizado no isolamento dos fios condutores da electricidade.

Geradores eléctricos

Os geradores eléctricos são aparelhos que, quando ligados, **geram** corrente eléctrica. Para que isto seja possível eles devem, como atrás já foi referido, criar e manter uma d.d.p. entre os seus dois terminais.

Tratando-se de **corrente contínua** (c.c.), esses terminais são o **pólo positivo** (+) e o **pólo negativo** (–), tendo a corrente um sentido (real) bem determinado: do pólo (–) para o pólo (+). A função do gerador reside, pois, em repor no pólo negativo os electrões que de lá saem, para que a d.d.p. se mantenha constante.

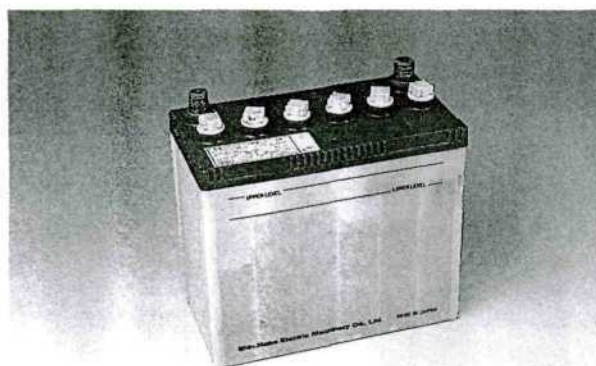
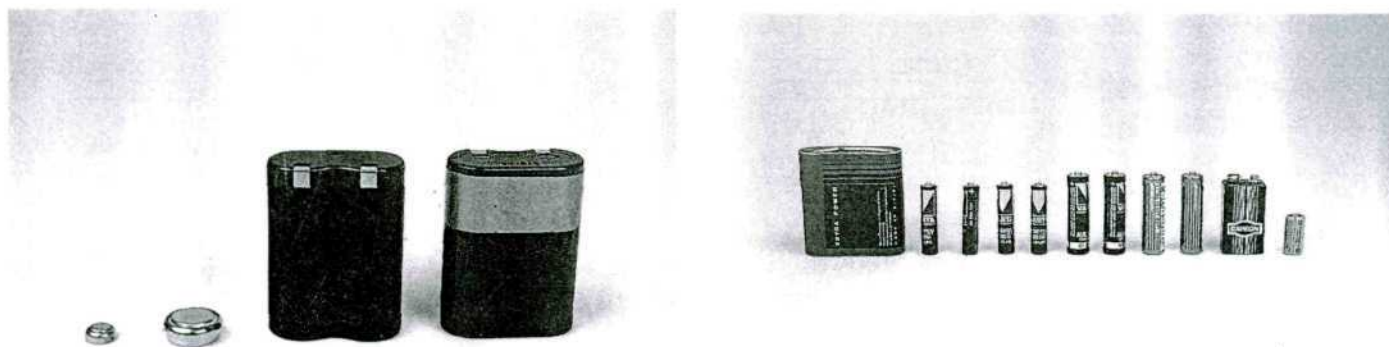
A “força interior do gerador” capaz de fazer essa reposição denomina-se **força electromotriz** (f.e.m.), e é uma grandeza de valor igual à d.d.p. entre os seus terminais quando o gerador não está a fornecer corrente eléctrica (está em vazio).

Ou seja:

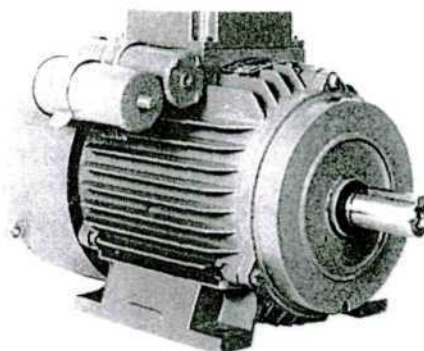
$$\text{f.e.m. (E)} = \text{tensão (U)} \text{ quando } I = 0$$

Os geradores de corrente contínua, mais conhecidos, podem ser de dois tipos: electroquímicos e electrodinâmicos.

- **Electroquímicos – pilhas e acumuladores:** geradores estáticos (sem peças em movimento) que transformam a energia química que possuem em energia eléctrica.



• **Electrodinâmicos – dínamos:** geradores rotativos que transformam a energia mecânica (movimento) que lhes é transmitida em energia eléctrica.



Todos os geradores têm indicado, no seu corpo, a sua **f.e.m.** Esta, tal como a tensão, tem o **volt** como unidade de medida.

Quando dizemos, por exemplo, que uma pilha é de 1,5 V, estamos exactamente a referir-mo-nos à sua f.e.m.

Receptores eléctricos

Ao contrário dos geradores, os receptores eléctricos são aparelhos que para funcionarem necessitam de **receber** corrente eléctrica. Por outras palavras, podemos dizer que são dispositivos capazes de transformar a energia eléctrica numa outra qualquer forma de energia.

As **lâmpadas**, os **motores**, os **televisores**, os **aquecedores** e todos os restantes electrodomésticos são apenas alguns exemplos de receptores eléctricos bem nossos conhecidos.

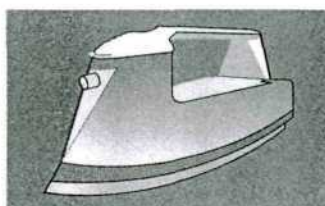
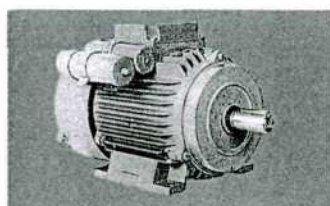
8

ENERGIA
LUMINOSA

ENERGIA MECÂNICA
(CINÉTICA)

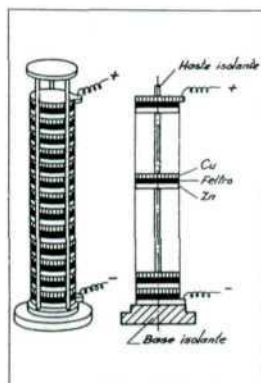
ENERGIA
CALORÍFICA

ENERGIA SONORA
OU ACÚSTICA



ENERGIA ELÉCTRICA

GERADORES DE CORRENTE CONTÍNUA



Pilha de Volta



Pilhas de mercúrio

• Pilhas e acumuladores

O elemento de pilha idealizado pelo físico italiano Alessandro **Volta** em 1800 foi o primeiro gerador eléctrico a ser descoberto: dois discos, um de **cobre** e outro de **zinco**, separados por rodela de pano embebidas numa solução ácida ou salina diluída, produziam uma f.e.m. de **1 volt**; empilhando, alternadamente, vários discos (sempre separados pela solução), podia obter-se uma f.e.m. superior; o disco de cobre constituía o **eléctrodo** positivo (+), o de zinco o negativo (-) e a solução ácida o **electrólito**; duas hastes metálicas ligadas a cada um dos eléctrodos originavam o **pólo positivo** e o **pólo negativo**.

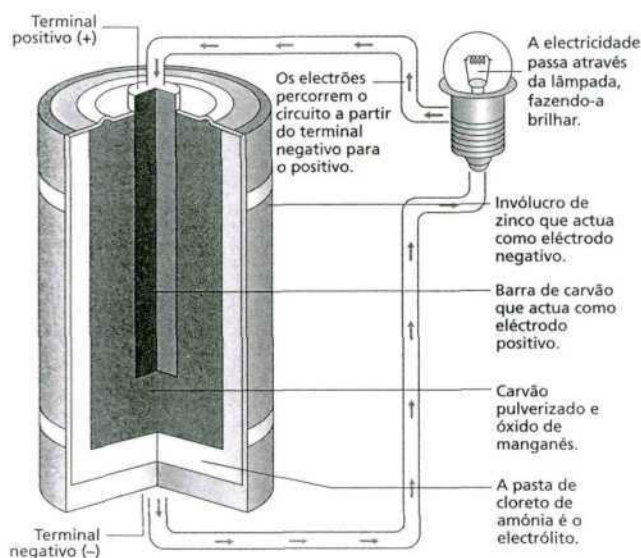
A f.e.m. é sempre o resultado de uma reacção química provocada pela existência de dois metais diferentes e do electrólito: o cobre tem tendência a perder electrões (**ânodo**) e o zinco tendência a captar electrões (**cátodo**). Diz-se, por isso, que o zinco é mais electronegativo que o cobre; é esta diferença de **electronegatividade** que dá origem à f.e.m.

Hoje existem diversos tipos de elementos de pilha, mas o seu funcionamento assenta nos mesmos princípios. Apenas diferem na composição dos eléctrodos e do electrólito.

Nas **pilhas de mercúrio**, por exemplo, o electrólito é formado por uma solução alcalina de hidróxido de potássio e os eléctrodos positivo e negativo por óxido de mercúrio e um disco de zinco, respectivamente. O conjunto é depois envolvido por uma protecção de aço niquelado.

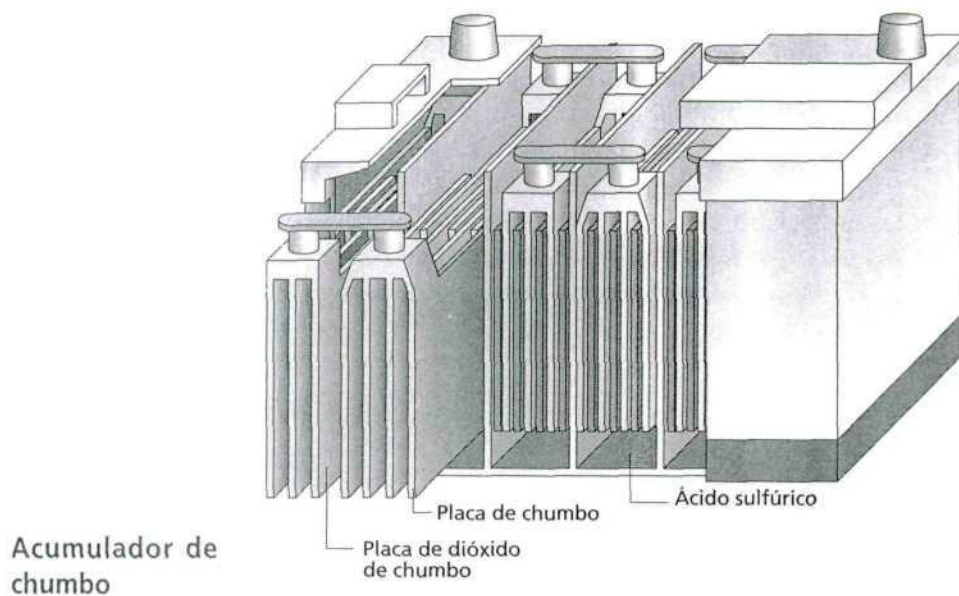
De menores dimensões e maior durabilidade, estas pilhas são actualmente muito utilizadas em dispositivos electrónicos – máquinas de calcular, relógios digitais, etc.

Por sua vez, as pilhas mais correntes, denominadas de **pilhas secas**, têm um revestimento de plástico a envolver os eléctrodos e electrólito, constituídos respectivamente por carvão (positivo), zinco (negativo) e cloreto de amónia, imobilizado por uma pasta aglutinante.



Pilha seca

Os **acumuladores** têm a particularidade de oferecerem um funcionamento reversível, isto é, durante a **descarga** funcionam como geradores e durante a carga como receptores, recuperando a energia eléctrica entretanto perdida. Podem **acumular** certas quantidades de electricidade, têm maior duração que as pilhas e fornecem intensidades de corrente bastante superiores.



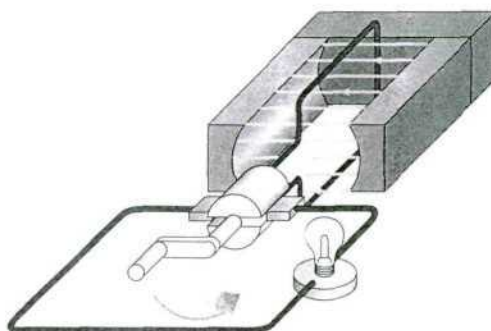
As conhecidas **baterias de automóveis** são acumuladores de chumbo (ou ácidos) cujo electrólito é uma solução aquosa de ácido sulfúrico. Os eléctrodos são constituídos por duas placas à base de chumbo: uma de chumbo esponjoso de cor acinzentada (negativa), outra com um revestimento de dióxido de chumbo de cor castanho-escuro (positiva). Cada elemento (duas placas) produz uma f.e.m. característica de 2 V. Vários elementos ligados em série permitem obter uma f.e.m. superior – igual à soma das f.e.m. de cada elemento.

• Dínamos

Os dínamos são máquinas que “transformam movimento em electricidade”, isto é, para gerarem corrente contínua têm que ser postos a rodar, utilizando-se para o efeito outra máquina (motor eléctrico, a diesel, etc.). Nos automóveis, por exemplo, foram durante muito tempo utilizados no “carregamento” das respectivas baterias. Hoje, essa função é realizada pelo alternador, máquina aparentemente idêntica, mas geradora de corrente alternada (ver unidade seguinte).

Os dínamos baseiam o seu funcionamento em fenómenos electromagnéticos, a serem estudados também na próxima unidade. O **rótor** (parte rotativa da máquina), ao ser posto em movimento, cria na sua bobina (enrolamento do induzido) uma f.e.m. e correntes por acção do campo magnético produzido pelo **estátor** (parte fixa).

Princípio de funcionamento de um dínamo.



Os dínamos gozam também da propriedade de serem **máquinas reversíveis**: quando ligadas à corrente funcionam como motores.

Quantidade de electricidade

Sendo a corrente eléctrica um movimento de electrões, a sua intensidade (número de amperes) vai, como é evidente, depender do número de electrões que se deslocam.

A **quantidade de electricidade** ou **carga eléctrica** de um corpo é definida, exactamente, pelo número de electrões desse corpo, ou em movimento durante um certo intervalo de tempo.

Em termos matemáticos:

$$Q = I \times t$$

Q – quantidade de electricidade
 I – intensidade de corrente
 t – tempo

Esse número de electrões é, como se compreende, muito elevado e pouco cómodo de tratar em fórmulas. Verificou-se, de facto, que:

"1 ampere corresponde a 6 250 000 000 000 000 000 electrões a passar em cada segundo."

De forma mais simplificada:

$$1 \text{ A} = 6,25 \times 10^{18} \text{ electrões / segundo}$$

Para tornar a leitura mais facilitada e as contas mais convenientes resolveu-se designar esse número por uma nova unidade – o **coulomb** (abreviatura C).

Ou seja:

1 coulomb corresponde à quantidade de electricidade transportada pela corrente de 1 ampere durante o tempo de 1 segundo.

$$Q = I \times t$$

I – (A)
 t – (s)
 Q – (C)

Outra unidade de quantidade de electricidade também muito usada é o **ampere.hora (A.h.)**, que se obtém exprimindo o tempo em horas:

$$Q = I \times t$$

I – (A)
 t – (h)
 Q – (A.h.)

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}; 1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

A quantidade de electricidade é uma das características importantes das pilhas e acumuladores (baterias).

O seu tempo de duração depende da quantidade de electricidade que possuem e não da sua f.e.m.. Existem pilhas de, por exemplo, 1,5 V que duram mais que outras também de 1,5 V.

Nas baterias de automóveis a quantidade de electricidade vem referida em Ah.

Uma bateria de por exemplo **40 Ah** significa que fica descarregada ao fim de 1 hora se fornecer 40 A de intensidade de corrente.

PROBLEMA

Um automóvel ficou recolhido numa garagem durante três dias consecutivos, tendo o seu condutor, por esquecimento, deixado as luzes acesas. Ao fim desse tempo, ao pretender pô-lo a trabalhar verificou que ele não “pegava”.

A bateria desse automóvel era de 12 V e 72 Ah; a intensidade de corrente consumida pelas lâmpadas do carro foi de 1,5 A.

Justifique o “azar” do motorista.

Lei de Ohm

8

A lei de Ohm é uma lei básica da electricidade que relaciona as três grandezas fundamentais estudadas – **d.d.p., intensidade de corrente e resistência eléctrica**.

Ela explica grande parte dos fenómenos eléctricos. Compreender esta lei significa compreender essas três grandezas, atrás estudadas numa perspectiva apenas física (sem entrar com números). O seu conhecimento permite-nos, desde já, responder por exemplo às seguintes questões:

- Para a mesma d.d.p., se diminuirmos a resistência, a intensidade de corrente aumenta ou diminui?
- Para a mesma resistência, se aumentarmos a d.d.p., a intensidade de corrente aumenta ou diminui?
- Aumentando para o dobro, simultaneamente, a d.d.p. e a resistência, o que acontece à intensidade de corrente?

São perguntas cujas respostas, e consequente discussão, devem ser obtidas **na aula**.

George **Ohm**, em 1826, depois de várias experiências, chegou à seguinte conclusão, válida para corrente contínua e que constituiu o enunciado da célebre lei que obteve o seu nome – **lei de Ohm**:

- É constante o quociente entre a d.d.p. aplicada a um condutor (ou receptor) e a intensidade de corrente que o atravessa. Essa constante é a resistência eléctrica.

Em termos matemáticos este enunciado resulta na seguinte relação:

$$R = \frac{U}{I}$$

U – d.d.p. ou tensão, em volt (V)
 I – intensidade de corrente, em ampere (A)
 R – resistência eléctrica, em ohm (Ω)

Desta relação podemos obter as expressões equivalentes:

$$U = R \times I \qquad I = \frac{U}{R}$$

EXERCÍCIOS

1. Uma resistência de 100Ω é atravessada pela intensidade de corrente de 2,2 A. Qual o valor da tensão nos extremos da resistência?

Resolução:

$$R = 100 \Omega$$

$$I = 2,2 \text{ A} \qquad U = R \times I; U = 100 \times 2,2 = 220$$

$$U = ? \qquad \mathbf{U = 220 \text{ V}}$$

2. Uma lâmpada tem 30Ω de resistência e uma d.d.p., entre os seus terminais, de 1,5 V. Qual o valor da intensidade de corrente que a percorre?

Resolução:

$$R = 30 \Omega$$

$$U = 1,5 \text{ V} \qquad I = \frac{U}{R}; I = \frac{1,5}{30} = 0,05$$

$$I = ? \qquad \mathbf{I = 0,05 \text{ A}; I = 50 \text{ mA}}$$