

# CIÊNCIA

Número 32

Abr-Jun 2003

Distribuição Gratuita



Novas secções neste número:

**O Universo e tudo o resto**  
**Escrita escondida**  
**Energia nuclear**  
**Prelúdio**  
além das habituais

A Humanidade consegue alterar imensas coisas na Natureza. Conseguimos erguer arranha-céus, confinar rios em barragens, enlouquecer vacas, voar em aviões, debelar doenças infecto-contagiosas, enfraquecer a camada do ozono, furar montanhas com túneis de quilómetros, comunicar com os antípodas à velocidade da luz, envenenar rios, transmitir som e imagem para o mundo todo. Umhas coisas poderão ser moral ou ecologicamente boas, outras poderão ser más — mas que conseguimos alterar a Natureza, numa extensão cada vez maior (ainda que nunca ilimitada), conseguimos.

Mas repare-se que tudo isto se consegue porque se acumula conhecimento sobre a Natureza. Nada disto se faria se não estudássemos o mundo que nos rodeia para ver como ele funciona. E depois mudamo-lo, mas de acordo com as leis que o regem.

Ora, em tempos de outrora já pareceu muito razoável supor que houvesse uma substância, a que se chamou calórico, que fluía duns corpos para os outros e era responsável pelas variações de temperatura. E também já houve um tempo em que a melhor explicação que se arranjava para a luz era uma substância chamada éter que ensoparia todo o Universo. (Podes ler uma divertida exposição sobre a teoria do éter em «À volta da Lua», de Júlio Verne, no final do capítulo 5.)

Mas depois Joule, Michelson e outros que tais arranjaram dados experimentais que não faziam sentido se essas coisas fossem verdade. E lá foi preciso arranjar explicações melhores para a maneira como funciona a realidade que nos rodeia.

Claro que não teria servido de nada a ninguém agarrar-se a pés juntos à ideia de que o éter ou o calórico existem mesmo. Eles não existem mais ou menos consoante nós queremos mais ou menos. O sol não passa a nascer a ocidente só porque nós achamos que era assim que devia ser. Se toda a Humanidade tivesse persistido em jurar, a pés juntos, que há calórico, ou éter, recusando-se a ver a realidade, hoje não teríamos a tecnologia que temos. Não teríamos motores, ou turbinas, ou televisão, ou telemóveis, só para citar algumas coisas.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capa</b> .....  | <b>1</b>  |
| Fotografia de Matusalem Marques.                                   |           |
| <b>Editorial</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>Encontro Juvenil de Ciência</b> .....                           | <b>3</b>  |
| <i>Tyto alba</i> em Odemira.                                       |           |
| <b>Escrita escondida</b> .....                                     | <b>5</b>  |
| <b>AJC não pára</b> .....  | <b>7</b>  |
| Ênfase para a última Assembleia Geral (com fotografias de Pardal). |           |
| <b>Agenda</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>Humor</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>Átomo</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>Um conto enredado</b> .....                                     | <b>12</b> |
| Nó 7: Dinheiro de bolso.   |           |
| <b>Encontro Juvenil de Ciência</b> .....                           | <b>14</b> |
| Falando de radioactividade. No próximo número haverá mais.         |           |
| <b>Energia Nuclear</b> .....                                       | <b>16</b> |
| Mais um trabalho do EJC publicado aos bocadinhos.                  |           |
| <b>História com Ciência</b> .....                                  | <b>18</b> |
| <b>Encontro Juvenil de Ciência</b> .....                           | <b>20</b> |
| Água é vida.   |           |
| <b>Estórias</b> .....  | <b>21</b> |
| Edison, o fonógrafo, a lâmpada eléctrica...                        |           |
| <b>Prelúdio</b> .....  | <b>22</b> |
| Secção sobre os fundamentos científicos da Música.                 |           |
| <b>O Universo e tudo o resto</b> .....                             | <b>23</b> |

Sirva-nos isto de lição de humildade sobre a verdadeira ordem de grandeza da condição humana. E sirva-nos isto de lição contra aquilo que seria o fim do progresso, do conhecimento, da Ciência: julgar que a Ciência prova, que a Ciência é a Verdade absoluta, que a Ciência pode conceder-se a arrogância de pensar que já sabemos tudo.



## Associação Juvenil de Ciência — Contactos de Norte a Sul

Sede — Contactos do Núcleo Regional de Lisboa — ajc@ajc.pt

### Núcleo Regional de Braga

Rua dos Chãos 70, 2º andar, sala 4  
4710-230 BRAGA  
Tel. e Fax 253 615 238  
Telem. 966 657 296  
nbraga@ajc.pt

### Núcleo Regional do Porto

R. Alexandre Herculano 203 - 1º  
4000-054 PORTO  
Tel. 222 086 236  
Fax 222 086 205  
nporto@ajc.pt

### Núcleo Regional de Coimbra

E. C. Universidade (Coimbra)  
Apartado 3007  
3001-401 COIMBRA  
ncoimbra@ajc.pt

### Núcleo Regional de Lisboa

R. dos Baldaques 17 s/c  
1800-083 LISBOA  
Tel. 218 162 507/8  
Fax 218 162 509  
nlisboa@ajc.pt

## Ficha Técnica

### Edição / Propriedade

Associação Juvenil de Ciência

### Director

Duarte Valério

### Colaboraram neste número, entre outros...

Ana Raquel Pinto, António «Pardal» Correia, Carina Gonçalves, Catarina S., Cláudia Matos Silva, Duarte Valério, Glória Almeida, Igor Espírito Santo, João Afonso, João Cortes, José Fernandes, José Raeiro, Kátia Almeida, Luís «Bell» Belerique, Luís Solano, Maria João Mendes, Marta Alves, Matusalem Marques, Miriam Pinto, Nuno Delicado, Nuno Gonçalo da Fonseca, Rita Brito, Rita Domingos, Rita Ramos, Rudolf Appelt, Rui Duarte, Telmo Reinas e Núcleo Regional de Braga da AJC

### Edição Internet

<http://www.ajc.pt/cienciaj/>

### Redacção e Produção

#### CiênciaJ

Associação Juvenil de Ciência  
R. dos Baldaques, 17 s/c  
1800 - 083 LISBOA  
Tel.: 218 162 507/8

Fax: 218 162 509  
e-mail: [cienciaj@ajc.pt](mailto:cienciaj@ajc.pt)

### Periodicidade

Trimestral

### Tiragem

3000 exemplares

### Impressão



Editorial do Ministério da Educação  
Estrada de Mem Martins, 4  
2726- 901 MEM MARTINS

### Depósito Legal

n.º 119965 / 98



# Encontro Juvenil de Ciência

por João Cortes, José Fernandes, Catarina S., Rita Domingos, João Afonso, Rita Brito & Cláudia Matos

Este artigo é um extracto do trabalho «*Tyto alba* em Odemira», apresentado ao 20º Encontro Juvenil de Ciência.

## *Tyto alba* em Odemira

As corujas comem as presas inteiras, regurgitando depois os pêlos, os ossos e as penas, sob a forma de pequenas bolas.

### Trabalho executado

- Análise de regurgitações de *Tyto alba*;
- Identificação das espécies encontradas nessas regurgitações / plumadas.

### Objectivos

- Comparar a alimentação de *Tyto alba* em diferentes habitats dentro do concelho de Odemira;
- Fazer o recenseamento de micromamíferos existentes nesses habitats.



Conteúdo das regurgitações

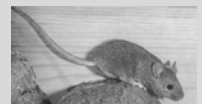


*Tyto alba*



Identificação das ossadas

- 2.1 Abertura das plumadas e separação das ossadas;
- 2.2 Identificação



*Mus sp.*



*Apodemus sylvaticus*



*Pitymys*



*Microtus cabreræ*



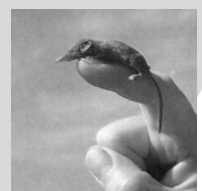
*Rattus rattus*



*Arvicola sapidus*



*Crocidura russila*



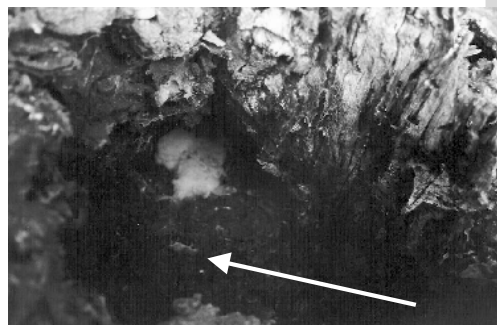
*Suncus etruscus*

Cria com 7 dias

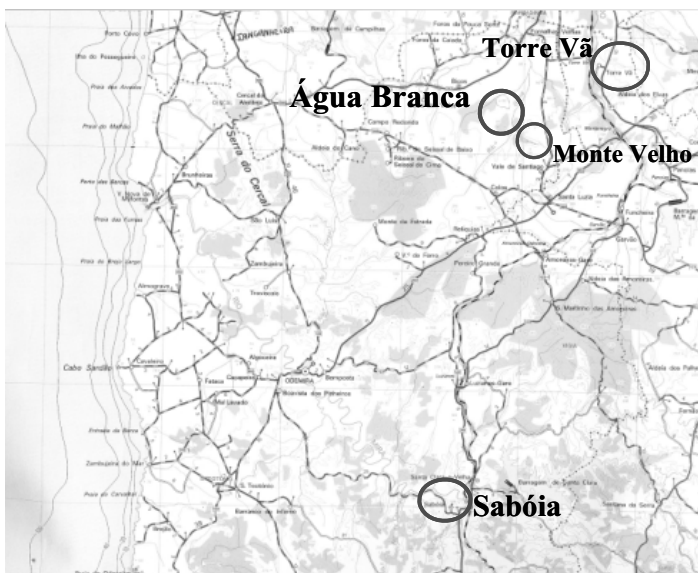
### Evolução das crias de *Tyto alba*:



Coruja no ninho



Ninho: pinto sobre plumadas e ratos mortos



Localização das estações em estudo no concelho de Odemira



Monte Velho



Torre Vã



Sabóia



Água Branca

### Material e Métodos

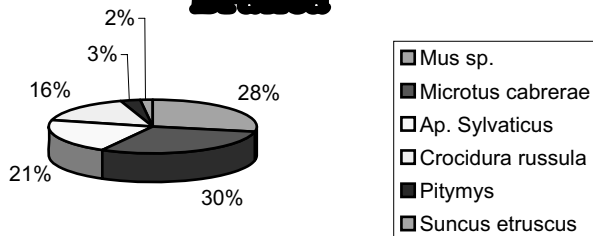
1. Recolha das regurgitações nas diferentes zonas.
2. Análise das regurgitações:





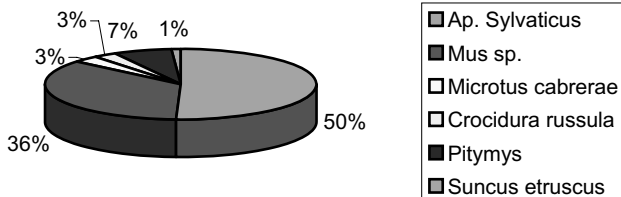
**Evolução das crias de *Tyto alba* (continuação):**  
 à esquerda — cria com 12 dias; ao centro — comparação do tamanho de duas crias; à direita — coruja 8 dias antes da sua saída; em baixo — coruja no dia em que sai do ninho (aproximadamente com 2 meses)

### Ratos classificados em Água Branca



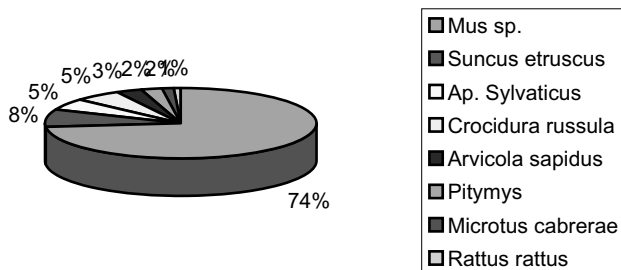
Total de plumadas: 48; total de ratos: 100

### Ratos classificados em Torre Vã



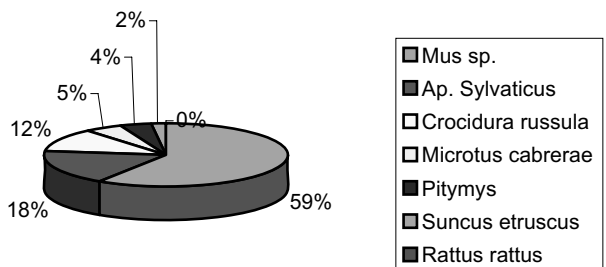
Total de plumadas: 87; total de ratos: 197

### Ratos classificados em Sobóia



Total de plumadas: 40; total de ratos: 128

### Ratos classificados no Monte Velho



Total de plumadas: 301; total de ratos: 781

#### Conclusões

- Os musaranhos mantêm uma percentagem de capturas constante, excepto em Água Branca, o que demonstra uma adaptação razoável a diferentes habitats.
- O *Apodemus sylvaticus* é mais abundante nas áreas esparsamente povoadas.
- Em algumas plumadas foram detectados insectos, morcegos ou aves.
- O género *Mus* aparece em maior quantidade nas zonas mais densamente povoadas.
- *Microtus cabreræ*, espécie endémica da Península Ibérica e com estatuto de protecção, aparece em percentagens muito pequenas (2 a 5%) excepto na Água Branca, onde aparece com a excepcional percentagem de 30%.
- Não há diferenças significativas entre a alimentação das crias e a dos progenitores.

**As corujas comem as presas inteiras, regurgitando depois os pêlos, os ossos e as penas, sob a forma de pequenas bolas.**





# Escrita escondida

por Glória Almeida & Rudolf Appelt

## Criptografia

Criptografia é a Ciência ou Arte de escrever em cifra ou em códigos, de forma a permitir somente ao destinatário que a decifre e compreenda. Este étimo deriva do grego, em que *Kriptós* = escondido, *oculto* e *Grápho* = grafia.

A criptografia pode ser dividida em dois ramos: transposição e substituição.

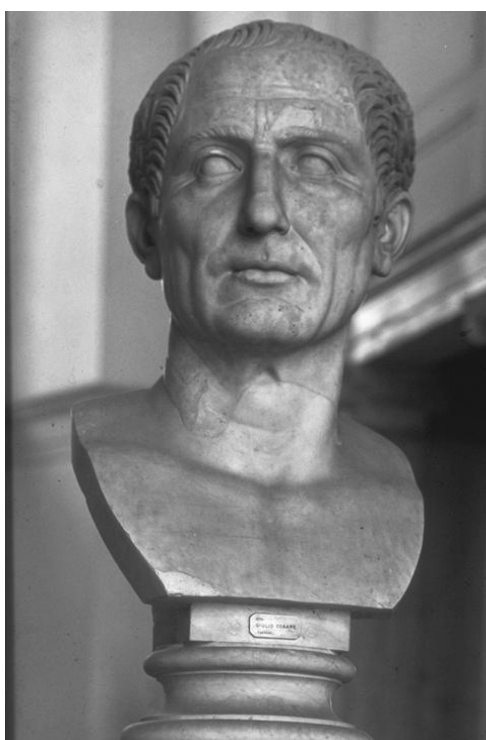
Na **transposição** as letras originais do texto são preservadas, existindo apenas uma troca das suas posições. Por exemplo, a palavra **raposa** passa a **PARASO**. (Repara que as letras da cifra são sempre representadas em maiúsculas para a diferenciar da chave.) Porém, para mensagens demasiado curtas, este método torna-se pouco seguro, já que há um número limitado de formas para reordenar as poucas letras existentes. Uma das estratégias de transposição sistemática é a cifra «em grade», em que a mensagem é escrita com letras alternadas em linhas separadas. Por exemplo:

|                    |   |                                  |   |                 |
|--------------------|---|----------------------------------|---|-----------------|
| Mudam-se os tempos | → | M D M E S E P S<br>U A S O T M O | → | MDMESEPSUASOTMO |
|--------------------|---|----------------------------------|---|-----------------|



Scytale

Outro método de transposição desenvolvido pelos Espartanos pelo século 5 a.C., é o *Scytale*. O *Scytale* era um bastão de madeira, onde se enrolava uma tira de couro. O emissor escrevia a todo o comprimento do bastão, desenrolando em seguida a tira. O receptor da mensagem, tendo um bastão do mesmo diâmetro, enrolava a tira de couro e lia a mensagem. Esta faixa facilmente passava despercebida como um cinto, com a mensagem virada para dentro.



Caio Júlio César (100 a.C. — 44 a.C.)

Na **substituição** as letras do texto são trocadas por outras letras, números ou símbolos. Por exemplo, a palavra **raposa** passa a **OVLMCV**. Um dos primeiros exemplos da substituição acha-se no Kama-Sutra, recomendando às mulheres que aprendam escrita secreta, de forma a ocultarem as suas relações. Um dos métodos seria fazer pares de letras do alfabeto ao acaso e substituir cada letra da mensagem original pelo seu par.

Cada cifra por substituição tem um algoritmo e uma chave, sendo o algoritmo o método de cifragem (transposição ou substituição). A chave define o alfabeto de cifra exacto a ser usado para uma dada cifragem. Segundo o linguista Auguste Kerckhoffs, a segurança deve depender da chave e não do algoritmo!

Outro exemplo é a cifra de César, onde o imperador se limitava a substituir cada letra da mensagem pela terceira à sua frente no alfabeto. Partindo deste método é possível criar mais de 4<sup>26</sup> cifras distintas.

O método de deslocação permite ainda criar uma outra cifra usando uma palavra-chave ou frase-chave. A título de exemplo, se utilizarmos **ORNITORRINCO** como palavra-chave, e retirando todas as letras repetidas, fica **ORNITC**. O restante alfabeto de cifra é composto pelas letras seguintes do alfabeto — **ORNITCDEFGHJKLMPQSUVWXYZAB**. A vantagem desta cifra é que a palavra-chave é fácil de memorizar, e assim dispensa aos emissor e receptor terem o alfabeto de cifra escrito. Mas, a chave também se torna muito mais fácil de descobrir.

Durante o primeiro milénio da nossa era os códigos de substituição dominaram a escrita-secreta. Devido à sua simplicidade e como nunca tinham sido quebrados, não havia necessidade de inventar novos códigos. Até que...

Os árabes utilizavam com bastante frequência a cifra de substituição e isto permitiu-lhes desenvolver a cripto-análise (ciência que permite descodificar uma mensagem sem conhecer a chave). O filósofo al-Kindi descreveu, num dos seus muitos livros, a técnica de cripto-análise que permitia quebrar

a cifra de substituição. Esta técnica baseava-se no estudo da frequência de cada letra do alfabeto, para determinada língua. Seguia-se o estudo da frequência de cada letra no texto encriptado. E por final substituíam-se a letra do alfabeto em cifra pela letra do alfabeto com a mesma frequência. A frequência das letras para a língua portuguesa é a seguinte:

|        |             |             |                                  |
|--------|-------------|-------------|----------------------------------|
| A - 14 | R, S - 8    | U, C, L - 4 | B, F, G, H, J, K, W, X, Y, Z < 1 |
| E - 13 | I, N - 6    | P - 3       |                                  |
| O - 12 | D, M, T - 5 | Q, V - 2    |                                  |

**Criptografia é a Ciência ou Arte de escrever em cifra ou em códigos, de forma a permitir somente ao destinatário que a decifre e compreenda.**

Este método é principalmente falível em textos curtos, pois a média de uma letra no alfabeto pode não corresponder à frequência de cada texto. Por exemplo: O rato roeu a rolha do rei da Rússia. Nesta frase o r tem uma frequência muito superior do que seria de esperar pela tabela de frequências. Para realizar este método de cripto-análise é necessário uma certa flexibilidade e raciocínio lógico. Eis um bom exemplo de um texto encriptado, para análise:

**JO VOPGTN EJSJN BJNGTN  
NOZXLCTN BXPGJN CJ JNGPX,  
EPTRX TG J T VPBIT RTBJFT  
UTDT EJD OVT BJNAOPGT CJ  
GJRX HOJ JNGT BX ZPV CT  
DOT, J VJ JBATBTD LXV OBN EJDCJN CJ TDEXDJN HOJ  
TFP EJATGTV NOT FTMXDPXNT PBZTBLPT BXN  
JBGOGIXNCX LTPN CX NXCDJ.**

Sabemos que foi escrito em Português, e foi utilizada uma cifra de substituição. Mas não temos ideia da chave. Começamos pela análise da tabela de frequências. As duas letras mais





Al-Kindi (800? – 873)

comuns no texto, que se distinguem bastante das outras letras pela sua frequência são T (28 vezes) J (24 vezes). Correspondem respectivamente a **a** e **e**, as letras mais frequentes do alfabeto português. Assim, **T = a** e **J = e**.

Na língua portuguesa as letras **a** e **e** têm comportamentos muito semelhantes, com excepção que podem aparecer dois **e** seguidos na mesma palavra e o mesmo não se passa com **a**. Como neste texto não aparecem duas letras iguais seguidas não é possível distingui-los desta forma. Assim optei por seguir a regra das frequências, não sendo



Visconde de Almeida Garrett (1799 – 1854)

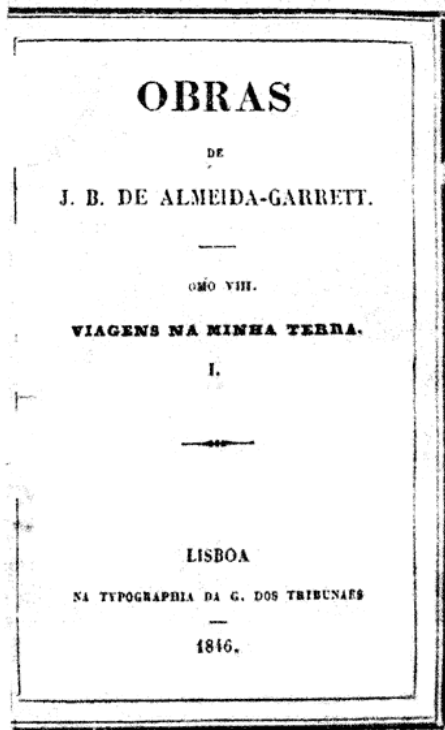
porém seguro que funcione sempre, dado poderem dar-se pequenas variações nas frequências.

As letras que normalmente terminam uma palavra em português são: **a**, **e**, **o**, **s**. Pela análise do texto podemos verificar que, no final de várias palavras após **T** e **J**, aparece muitas vezes **N**. Conclui-se então que **N = s**, obtendo-se a confirmação por várias palavras seguidas acabarem em **N**, indicando que estão no plural.

Outro truque de decifração é analisar as pequenas palavras do texto, com uma ou duas letras. Como as palavras com uma só letra do texto já se encontram decifradas, passemos à análise das palavras com duas letras.

Apenas um exemplo: **CJ**, **CT** e **CX** são 3 palavras que aparecem no texto. **C** apenas poderá ser **d**, obtendo-se assim **de**, **da** e **do**. Daqui ficamos a saber que **X** representa **O**; logo **C = d** e **X = o**.

Como já entendeste, a lógica para descobrir novas letras consiste em estudar todas as possibilidades de letras nas palavras mais pequenas, até se encontrar a letra que encaixa. Assim, se vai passando das palavras pequenas às maiores, até se chegar ao texto final:



*Eu muitas vezes, nestas sufocadas noites de Estio, viajo até à minha janela para ver uma nesguita de Tejo que está no fim da rua, e me enganar com uns verdes de árvores que ali vegetam sua laboriosa infância nos entulhos do Cais do Sodré.*

*Viagens na minha terra, Almeida Garrett*

Se quiseres, podes tentar descobrir as outras letras seguindo este raciocínio; apesar de ter sido a autora da cifra, tentei e consegui.

## O objectivo da esteganografia é esconder a existência da mensagem, mas encontrando-se esta sempre no estado original.

No decorrer da história, o desenvolvimento da criptografia deu-se paralelamente ao da esteganografia. O objectivo da esteganografia é esconder a existência da mensagem, mas encontrando-se esta sempre no estado original. Eis alguns exemplos de esteganografia.

Histaiaæus queria convencer Aristógoras de Mileto a revoltar-se contra o rei Persa. Para passar a mensagem, aquele rapou a cabeça do mensageiro, escreveu a mensagem no couro cabeludo e esperou que o cabelo crescesse. O mensageiro pôde viajar sem problemas e, quando chegou ao destinatário, rapou a cabeça. Óbvio que, nesta época, o tempo «corria mais lentamente».

O cientista italiano Giovanni Porta descreveu como passar uma mensagem dentro de uma casca de ovo cozido. Para isso escrevia a mensagem com uma mistura de alúmen e vinagre. A solução penetrava nos poros da casca e deixava a mensagem na superfície da clara do ovo cozido.



Ruínas de Mileto

A esteganografia inclui a escrita com tinta invisível. A tinta pode ser feita a partir de algumas plantas ou de fluidos orgânicos (como a urina). Depois de secar a tinta torna-se transparente e com um leve aquecimento a tinta torna-se castanha.

O microponto tornou-se popular na 2ª Guerra Mundial. Os agentes alemães na América Latina diminuíam fotograficamente uma página para um ponto menor que um milímetro de diâmetro. E escondiam o microponto por cima de um ponto final numa carta aparentemente vulgar. O primeiro foi descoberto pelo FBI em 1941, após uma indicação para procurarem numa carta um relevo diferente.



# AJC não pára

pelos Núcleo Regional de Braga e pela Mesa ad hoc da Assembleia Geral

## Excertos da acta da última reunião da Assembleia Geral

No dia quinze de Fevereiro de dois mil e três, reuniu, no Pavilhão de Civil do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, a Assembleia Geral da Associação Juvenil de Ciência, em sessão ordinária. Não estando presentes os elementos da Mesa da Assembleia Geral, formou-se uma Mesa da Assembleia Geral *ad hoc*, com a anuência de todos os presentes, constituída por Duarte Valério, como presidente, e Nuno Delicado e Matusalem Marques, como secretários.



A mesa *ad hoc* da Assembleia Geral: da esquerda para a direita, Nuno Delicado, Duarte Valério e Matusalem Marques

O presidente da Mesa (...) abriu a reunião pelas quinze horas e quinze minutos, após ter verificado a presença de sócios em número suficiente para deliberar em segunda convocatória (...). (...) A Ordem de Trabalhos (...) [foi] a seguinte:

- 1 - Discussão e votação do Relatório Geral de Actividades de dois mil e dois;
- 2 - Discussão e votação do Relatório Geral de Contas de dois mil e dois;
- 3 - Informações da Direcção da Associação Juvenil de Ciência.

Deu-se início ao primeiro ponto da (...) Ordem de Trabalhos: discussão e votação do Relatório Geral de Actividades de dois mil e dois. (...) o relatório foi posto a votação, com ressalva das correcções a efectuar, sendo aprovado por unanimidade.

Passou-se ao seguinte ponto da Ordem de Trabalhos: discussão e votação do Relatório Geral de Contas de dois mil e dois. (...) Ricardo Monteiro (...) [propôs] a adição ao Relatório Geral de Actividades aprovado de uma adenda com as informações em falta, a redigir pela Direcção da Associação Juvenil de Ciência (...). A proposta foi aprovada por unanimidade. (...) o Relatório Geral de Contas (...) foi submetido a votação, com a ressalva das correcções mencionadas na sua apresentação. O Relatório Geral de Contas foi aprovado por unanimidade.

Passou-se ao último ponto da Ordem de Trabalhos: informações da Direcção da Associação Juvenil de Ciência.

Ricardo Monteiro informou acerca de orientações (...) da Direcção (...) no sentido de melhorar a divulgação da Associação Juvenil de Ciência (...). Duarte Valério fez um apelo à colaboração com a revista, em especial na sua montagem gráfica e na elaboração da versão na Internet.

(...) [A direcção afirmou pretender] retomar contactos com diversas instituições (...): Instituto Português da Juventude, Fundação para a Divulgação das Tecnologias da Informação, Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Decidiu-se também recomendar que as actividades da Associação Juvenil de Ciência sejam preferencialmente realizadas em parceria com outras entidades, para fazer face às necessidades orçamentais e criar laços com para o futuro.

(...) foi decidido explorar contactos com países de língua oficial



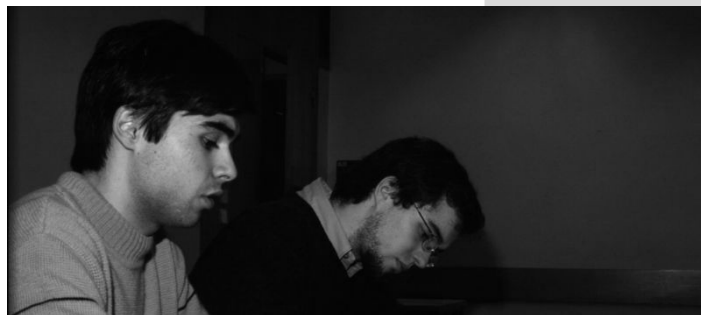
Alguns dos sócios presentes na Assembleia Geral

portuguesa e com o ICIJA — associação espanhola (...). Matusalem Marques explicou que é o Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique — associação internacional de associações de outros países com actividade semelhante à da Associação Juvenil de Ciência.

Ricardo Monteiro referiu (...) os seguintes assuntos:

- A intenção de reatar relações com o Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique, pretendendo-se convidar associações de outros países para participação no Encontro Juvenil de Ciência (...);
- A organização do Encontro de Jovens Investigadores na Covilhã, e do Encontro Juvenil de Ciência no Porto; (...)
- A intenção de solicitar ao Conselho Consultivo e sócios mais antigos para se pronunciarem acerca do modelo mais adequado para a estrutura da Associação Juvenil de Ciência;
- A análise que está a ser feita sobre a melhor forma de estreitar o relacionamento entre a Associação Juvenil de Ciência e pessoas relevantes para esta, como antigos sócios ou figuras de destaque na Ciência Nacional; (...)
- O assalto efectuado ao Núcleo de Lisboa, com perda de alguns aparelhos;
- A intenção de constituir um arquivo histórico da Associação, solicitando o apoio de sócios mais antigos na selecção de materiais; (...)

Não havendo nada mais a tratar, (...) [foi] redigida, lida e aprovada por unanimidade esta acta, que será lavrada no respectivo livro de actas e assinada pelos elementos da Mesa da Assembleia Geral nomeados para esta reunião, cujos trabalhos se encerraram às dezassete horas e vinte minutos.



Da esquerda para a direita: Edson Oliveira, tesoureiro da AJC, e Ricardo Monteiro, presidente da AJC

## Núcleo Regional de Braga

Caros Leitores (Sócios / Não Sócios / Outros):

...depois de mais uma época de exames, voltamos ao trabalho! Querem saber as novidades, não é?

Bem, a verdade é que nem com exames o Núcleo de Braga pára. Nos primeiros meses do ano, tivemos importantes reuniões que resultaram na assinatura de dois valiosos protocolos de cooperação com o CMJ-Guimarães (Conselho Municipal da Juventude de Guimarães) e com o NUMERUM (Núcleo de Estudantes de Matemática da Universidade do Minho).

Este trabalho é o menos visível para os sócios mas num futuro próximo serão de extrema utilidade para a nossa Associação dado que nos permitem realizar em conjunto mais e melhores actividades em toda a região Minho. E por falar nestes protocolos está já agendada para finais de Março, um curso de Imagem e Fotografia, em colaboração com o CMJ-Guimarães, e leccionado pelo GIF (Grupo de Imagem e Fotografia da Associação Juvenil de Ciência).

Em meados de Março será retomado o dia «Ciência no Nbraga» que pretende levar todos os interessados por Ciência ao nosso Núcleo. Mas o melhor é mesmo que estejam atentos à nossa webpage e ao Fórum AJC em <http://www.ajc.pt> onde todas as nossas actividades estão anunciadas com alguma antecedência.

Saudações AJCianas!



## Curso de Exploração Espacial

**Data:** 2003/3/17, 19:00 a 2003/12/5, 21:30  
**Local:** Dept. de Física da Universidade de Aveiro  
**Telefone:** 234 370 356; **Fax:** 234 424 965  
**Correio Electrónico:** zematos@netvisao.pt  
**Página WWW:** <http://sweet.ua.pt/~fisua/>

## Ciência Invicta — Ciência, Vida e Sociedade

**Data:** 2003/3/6, 21:30 a 2003/7/11, 21:30  
**Local:** Auditório da Biblioteca Almeida Garrett, Porto  
**Correio Electrónico:** [anbioq.porto@anbioq.org](mailto:anbioq.porto@anbioq.org)  
**Página WWW:** <http://www.anbioq.org/cienciainvicta>

## 11ª Jornadas de Biologia de Leveduras «Professor Nicolau van Uden»

**Data:** 2003/5/29 a 2003/5/31  
**Local:** Escola Superior Agrária de Bragança  
**Telefone:** 965 851 168 / 273 303 342  
**Correio Electrónico:** [leveduras2003@ipb.pt](mailto:leveduras2003@ipb.pt)  
**Página WWW:** <http://www.esa.ipb.pt/leveduras2003>

## As conquistas da Ciência nos próximos cem anos

**Data:** 2003/5/22, 17:00  
**Local:** Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Observatório Astronómico de Lisboa  
**Página WWW:** <http://www.oal.ul.pt/debates.html>

## Biopatologia da Polineuropatia Amiloidótica Familiar

**Data:** 2003/5/21, 14:30  
**Local:** Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
**Página WWW:** <http://www.dqb.fc.ul.pt/seminarios/ciclo2002-03.htm>

## VI Congresso Nacional de Geologia

**Data:** 2003/6/4  
**Local:** Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia  
**Correio Electrónico:** [sec-dct@fct.unl.pt](mailto:sec-dct@fct.unl.pt)  
**Página WWW:** <http://www.dct.fct.unl.pt/CongGeo/CongGeo.html>

## Jornadas Luso-Espanholas sobre As Águas Subterrâneas no Sul da Península Ibérica

**Data:** 2003/6/23 a 2003/6/27  
**Local:** Universidade do Algarve  
**Telefone:** 218 443 428; **Fax:** 218 443 017  
**Correio Electrónico:** [apr@apr.pt](mailto:apr@apr.pt)  
**Página WWW:** <http://www.apr.pt>

## Cancro - A indisciplina celular

**Data:** 2003/6/14, 16:00  
**Local:** Sala Polivalente da Casa Municipal da Cultura de Coimbra  
**Telefone:** 239 702 630; **Fax:** 239 702 496  
**Página WWW:** <http://www.anbioq.org/embriao/programa.htm>

## ICAR 2003 — The 11th International Conference on Advanced Robotics

**Data:** 2003/6/30 a 2003/7/3  
**Local:** Universidade de Coimbra  
**Página WWW:** <http://www.isr.uc.pt/icar03/>

## Relaxações Lentas em Sólidos Amorfos e em Cristais: Dinâmica e Propriedades Macroscópicas

**Data:** 2003/6/18, 14:30  
**Local:** Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
**Página WWW:** <http://www.dqb.fc.ul.pt/seminarios/ciclo2002-03.htm>

## Clean Air 2003

**Data:** 2003/6/7 a 2003/6/10  
**Local:** Instituto Superior Técnico da Univ. Técnica de Lisboa  
**Telefone:** 218 417 378 / 218 417 186; **Fax:** 218 475 545  
**Correio Electrónico:** [cleanair@esoterica.pt](mailto:cleanair@esoterica.pt)  
**Página WWW:** <http://navier.ist.utl.pt/cleanair/>

## 1st World Environmental Education Congress

**Data:** 2003/5/20 a 2003/5/24  
**Local:** Espinho  
**Telefone:** 227 319 115; **Fax:** 227 319 129  
**Correio Electrónico:** [info@1weec.net](mailto:info@1weec.net)  
**Página WWW:** <http://www.1weec.net>

## Utilitarianism, Human Rights and Globalization

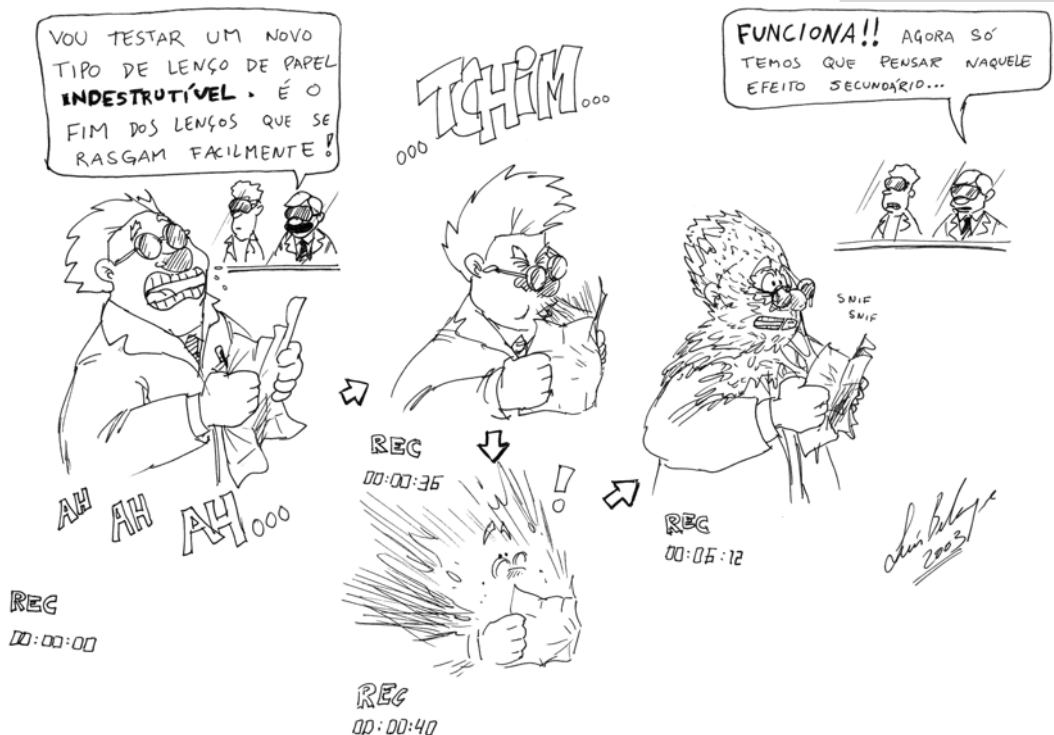
**Data:** 2003/4/11 a 2003/4/13  
**Local:** Culturgest, Lisboa  
**Página WWW:** <http://www.utilitarianism2003.net/>

## Fourth International Conference on Ecosystems and Sustainable Development

**Data:** 2003/6/4 a 2003/6/6  
**Local:** Siena, Itália  
**Telefone:** 44 (0) 238 029 3223; **Fax:** 44 (0) 238 029 2853  
**Correio Electrónico:** [shobbs@wessex.ac.uk](mailto:shobbs@wessex.ac.uk)  
**Página WWW:** <http://www.wessex.ac.uk/conferences/2003/ecosud03/>

## Water resources 2003

**Data:** 2003/4/30 a 2003/5/4  
**Local:** Las Palmas, Gran Canaria  
**Telefone:** 44 (0) 238 029 3223; **Fax:** 44 (0) 238 029 2853  
**Correio Electrónico:** [shobbs@wessex.ac.uk](mailto:shobbs@wessex.ac.uk)  
**Página WWW:** <http://www.wessex.ac.uk/conferences/2003/waterresources03/>





Esta secção publica extractos do trabalho intitulado «Átomo», que foi apresentado no 20º Encontro Juvenil de Ciência.

## A Física Clássica (continuação)

### A «gota de óleo» de Millikan

A demonstração incontestável de que a electricidade não é constituída por iões, mas sim por partículas, foi proporcionada pela famosa experiência da gota de óleo de R. A. Millikan. Este cientista foi capaz de provar que todas as cargas eléctricas são múltiplos de uma unidade elementar definida, cujo valor é  $1,60 \times 10^{-19}$  C. Na experiência, Millikan espargiu pequenas gotas de óleo, de forma esférica, provenientes de um atomizador, na câmara de observação.

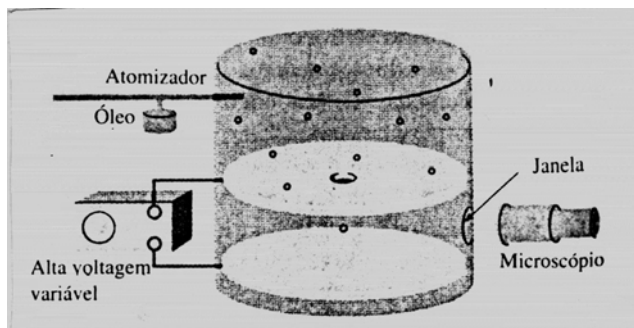


Diagrama esquemático do aparelho de Millikan para a determinação da unidade fundamental de carga

No interior da câmara as gotas de óleo adquiriram carga eléctrica, devido à colisão com iões gasosos produzidos pela interacção da radiação de uma amostra de rádio ou de raios X com as moléculas dos gases presentes no ar. Uma gota electricamente carregada é de fácil detecção, pois responde a

**Robert Millikan (1868–1953)**



um campo eléctrico, monitorizando-se o seu comportamento com um microscópio. Com a ausência de um campo eléctrico aplicado, a gota fica sujeita exclusivamente à acção da força gravítica. Devido à resistência do ar a gota não é continuamente acelerada, mas alcança uma velocidade limite constante dada por:

$$v = m g / (6 \pi \eta r) = \text{força gravitacional} / \text{resistência do ar}$$

**A prioridade dos cientistas dessa época era a explicação da forma como era constituído o átomo.**

onde  $g$  é a aceleração gravítica,  $m$  e  $r$  são respectivamente a massa e o raio da gota e  $\eta$  é a viscosidade do ar.

Utilizando conjuntamente a expressão da densidade:

$$\text{densidade} = m / (4/3 \pi r^3)$$

que relaciona a densidade do óleo com a massa e o raio da gota, podemos determinar  $m$  e  $r$  a partir da medida da velocidade e da densidade do óleo.

Se a mesma gota, contendo uma carga  $q$ , for submetida a um campo  $E$ , a força electrostática responsável pelo movimento ascendente da gota será igual a  $qE$ . Devido à força da gravidade, a força global exercida

sobre a gota será  $qE - mg$ . Portanto a sua velocidade para cima é dada pela expressão:

$$v = (q E - m g) / (6 \pi \eta r)$$

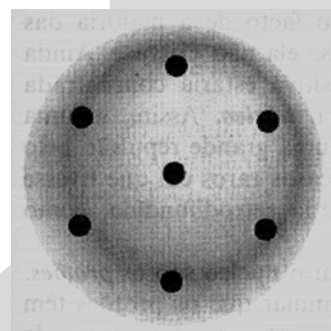
Dado que  $v$  e  $E$  podem ser experimentalmente medidos e  $m$ ,  $g$ ,  $\eta$  e  $r$  são conhecidos,  $q$  poderá ser calculado.

Millikan calculou  $q$  e constatou que era sempre um múltiplo inteiro de  $1,60 \times 10^{-19}$  C. Este resultado veio demonstrar que a electricidade é constituída por unidades discretas, cuja carga fundamental é  $1,60 \times 10^{-19}$  C. Supondo que esta unidade fundamental é igual à carga do electrão, e utilizando o valor de  $e/m$  determinado por Thomson, podemos determinar a massa do electrão:  $9,1 \times 10^{-31}$  kg.

### Thomson e a estrutura do átomo

A prioridade dos cientistas dessa época era a explicação da forma como era constituído o átomo. O seu tamanho não era difícil de estimar: o volume de um átomo pode ser calculado dividindo-se o volume molar de um sólido, em centímetros cúbicos por mole, pelo número de Avogadro. O valor é de cerca de  $10^{-24}$  cm<sup>3</sup>. Tirando a raiz cúbica deste volume aproximado, podemos perceber que o tamanho característico de um átomo é igual a, aproximadamente,  $10^{-8}$  cm.

Só que, quando essas conclusões relativamente ao tamanho do átomo chegaram a Thomson, estava-se perante um problema. Thomson havia demonstrado que, por menor que fossem os átomos, estes deveriam conter partículas negativamente carregadas com dimensões ainda menores. Sabia-se que os átomos eram, na sua generalidade, electricamente neutros e, portanto, tornava-se cada vez mais óbvio que eles deveriam conter alguma forma de electricidade positiva. Por outro lado, como a massa do electrão é muito pequena, parecia lógico associar a maior parte da massa



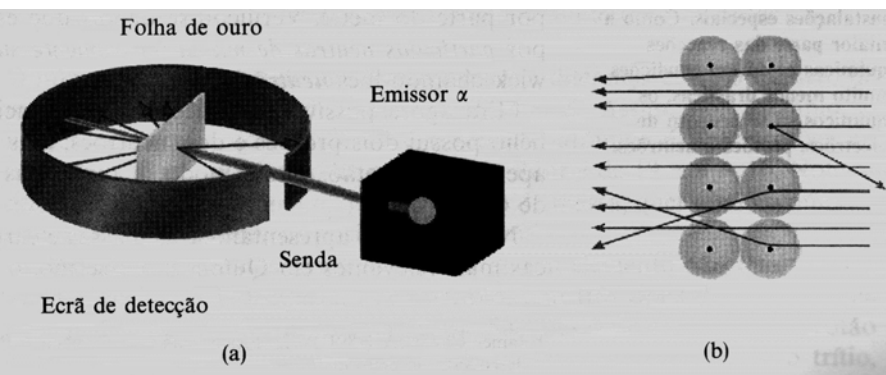
Modelo de Thomson, também dito de «plum pudding», sobremesa tradicional inglesa com passas. Os electrões estão dispersos por uma esfera de electricidade positiva



do átomo com esta entidade carregada positivamente que ocuparia, conseqüentemente, a maior parte do volume.

Baseando-se neste raciocínio, Thomson propôs que um átomo fosse uma esfera uniforme, carregada positivamente, com um raio de cerca de  $10^{-8}$  cm, na qual os electrões estariam inseridos de forma a obter o arranjo electrostaticamente mais estável. Thomson tentou ainda correlacionar as estabilidades relativas dos átomos contendo diferentes números de cargas com as propriedades químicas periódicas dos elementos e chegou mesmo a propor uma teoria para a ligação química. O modelo de Thomson é também muitas vezes referido como do «plum pudding», ou seja, do pudim de passas, devido à sua semelhança com a sobremesa inglesa de passas.

Apesar dos seus sucessos ocasionais, em 1911 esta teoria teve de ser abandonada definitivamente, pois E. R. Rutherford mostrou a sua inconsistência. E conseguiu provar isto com as suas observações sobre o espalhamento de partículas  $\alpha$  por finas folhas de metal.

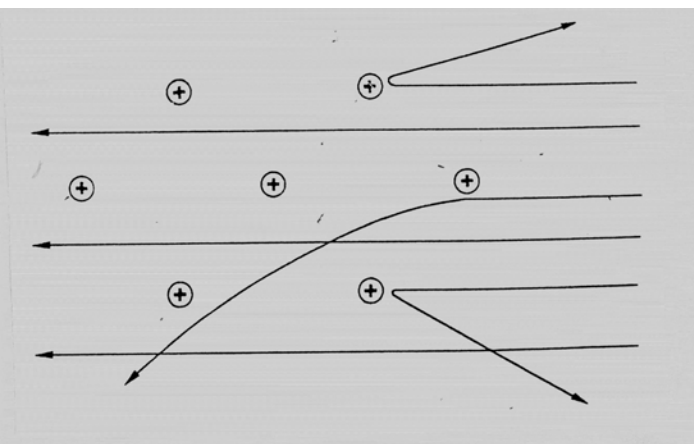


A figura (a) representa o dispositivo experimental de Rutherford para o estudo da dispersão de partículas  $\alpha$  por uma folha de ouro. A maior parte das partículas atravessa a folha sem deflexão significativa. Algumas são deflectidas segundo grandes ângulos e pode-se observar, mesmo que não tão frequentemente, o retorno de partículas. A figura (b) é uma ampliação, mostrando a passagem das partículas pelo interior da folha

### Rutherford e o espalhamento de partículas $\alpha$

Na experiência do espalhamento de partículas  $\alpha$  por finas folhas de metal, Rutherford orientou um estreito feixe paralelo de partículas  $\alpha$  de forma a colidir com uma fina folha metálica (espessura de 104 átomos). A distribuição angular das partículas espalhadas foi obtida contando-se as cintilações produzidas sobre um anteparo de sulfeto de zinco. Observou-se que a maior parte das partículas não sofria qualquer desvio na sua trajetória, mas que algumas partículas sofriam desvios pequenos, e outras ainda sofriam enormes desvios, podendo mesmo voltar para trás.

Quando este ensaio foi realizado pela primeira vez, Rutherford sabia que as partículas  $\alpha$  eram iões  $\text{He}^{2+}$ , com massa atômica relativa de 4 e sabia ainda a sua velocidade (medida por determinação do ângulo de deflexão por um campo magnético dessas mesmas partículas). Deste modo também constatou



Interpretação da experiência de Rutherford: + representa o núcleo de um átomo. As partículas só alteram a sua trajetória quando passam muito perto dos núcleos ou quando chocam com eles

que a energia cinética das partículas  $\alpha$  é muito grande e, para produzir uma deflexão tão grande nestas partículas tão energéticas, o átomo deveria possuir uma força electrostática descomunal.

Também conseguiu inferir que esta força electrostática descomunal deveria ser exercida por um corpo de massa considerável (o electrão seria facilmente deslocado pelas partículas  $\alpha$  de muito maior massa). Finalmente, sugeriu ainda um outro aspecto: o facto de apenas algumas partículas serem desviadas da sua trajetória inicial implicava que a carga eléctrica deveria estar confinada a uma região muito pequena de espaço, pois a maioria das partículas  $\alpha$  não sofria qualquer desvio.

Deste modo, e contrariando o modelo proposto por Thomson, os átomos deviam ser altamente pouco uniformes relativamente à distribuição da massa e da densidade da carga. Esta carga positiva deveria estar concentrada num pequeno, mas muito denso e pesado «núcleo».

Rutherford conseguiu deduzir que a trajetória de uma partícula  $\alpha$  desviada por um átomo deveria ser uma hipérbole (admitindo que a força de interacção com a partícula  $\alpha$  era regida pela lei de Coulomb).

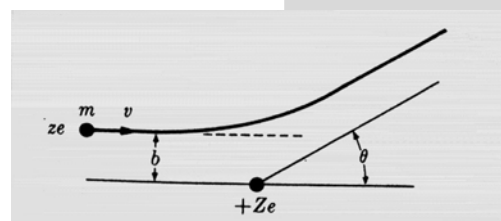
O ângulo de deflexão  $\theta$ , que é o ângulo externo entre as assíntotas da hipérbole, depende do parâmetro de impacto  $b$ . Assim temos que:

$$\text{tg}(\theta / 2) = z Z e^2 / (4 \pi \epsilon_0 m v^2 b)$$

onde  $z$ ,  $m$  e  $v$  são, respectivamente, o número atômico, a massa e a velocidade da partícula  $\alpha$ . O símbolo  $e$  representa a magnitude da carga do electrão e  $Z$  é o número atômico de elemento metálico.

Se substituirmos  $b$  por zero,  $\theta$  fica obrigatoriamente  $180^\circ$ , justamente o que se espera no caso de uma colisão frontal.

Numa outra experiência  $z$ ,  $Z$ ,  $m$  e  $v$  foram constantes. O feixe de partículas  $\alpha$  utilizado foi relativamente largo e o parâmetro  $b$  podia variar continuamente de zero a um valor extremamente grande. Isto fez com que o espalhamento ocorresse em todas as direcções e ângulos.



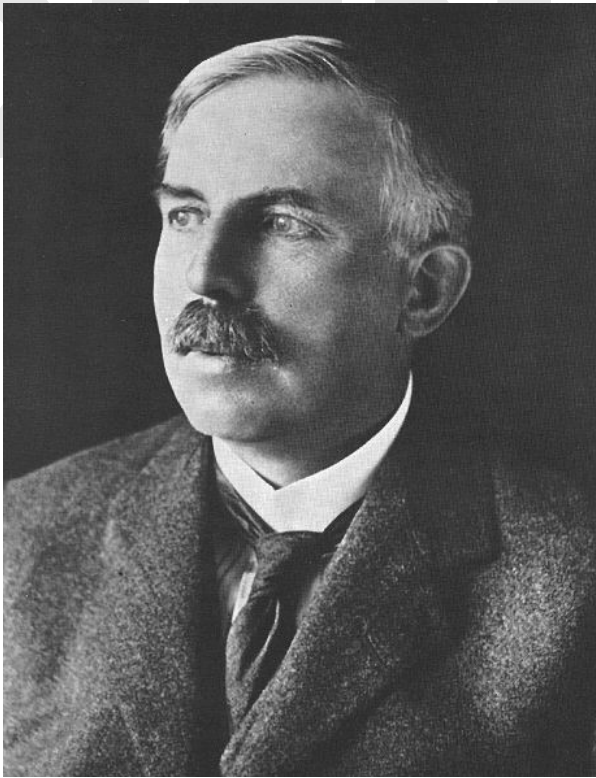
Trajectória de uma partícula  $\alpha$  que passa próximo de um núcleo de carga  $Ze$ . A partícula  $\alpha$  possui velocidade  $v$ , massa  $m$ , carga  $Ze$  e parâmetro de impacto ou erro de alvejamento  $b$

Uma das possibilidades mais importantes deste método e equipamento é a de que é possível estimar o raio do núcleo. Quando uma partícula  $\alpha$  é desviada  $180^\circ$ , ela colide frontalmente com o núcleo, mas caso ela somente se aproxime é repelida de acordo com a lei de Coulomb para cargas pontuais. No caso da experiência realizada por Rutherford para estimar as dimensões do núcleo foi utilizada uma folha de átomos de cobre. A partícula  $\alpha$  foi-se aproximando até que a força de repulsão coulômbica do núcleo do átomo de cobre igualasse a energia cinética da partícula. Este cientista chegou a:

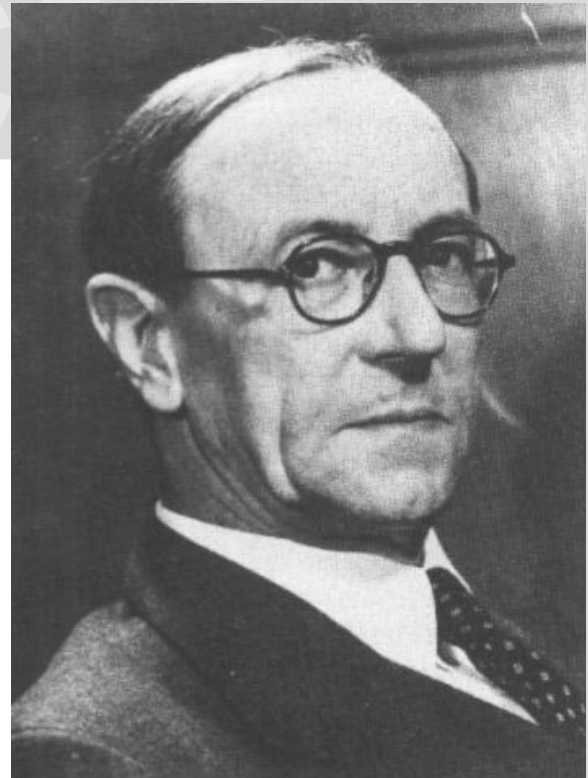
$$r_{\text{min}} = 1,6 \times 10^{-12} \text{ cm}$$

Visto que as partículas se podem aproximar até  $10^{-12}$  cm do núcleo, este deve ser ainda menor do que este valor. Foi demonstrado com outras experiências com partículas  $\alpha$  mais rápidas e núcleos mais leves ( $Z$  menor implica um raio mínimo menor) que a lei de Coulomb não se aplica ao espalhamento de partículas quando as mesmas se aproximam até uma distância menor do que, aproximadamente,  $0,8 \times 10^{-12}$  cm. Todavia isto não implica que as cargas positivas estejam contidas num núcleo de raio cerca de  $10^{-12}$  cm. Para melhor se visualizar a diferença de tamanho entre o núcleo e a zona onde



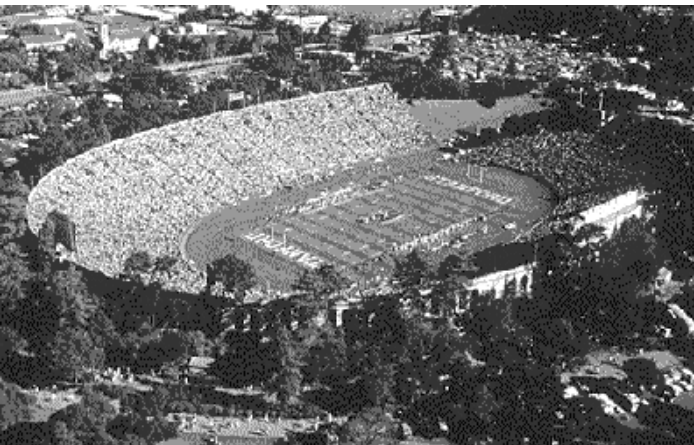


Sir Ernest Rutherford (1871–1937)



Sir James Chadwick (1891–1974)

se distribuíam os electrões (segundo Rutherford) pode fazer-se a seguinte analogia: um berlinde e um estádio de futebol, respectivamente. É que a relação de tamanho núcleo / zona onde se encontram os electrões e berlinde / estádio de futebol é aproximadamente a mesma.



Para enunciar o seu modelo, Rutherford fez uma analogia entre o átomo e o sistema solar: os electrões mover-se-iam em torno do núcleo, descrevendo órbitas circulares. As leis para descrever este movimento (formalismo físico) seriam, tal como no sistema solar, as leis da mecânica clássica e também, uma vez

que se tratava de entidades com cargas eléctricas, as leis do electromagnetismo clássico.

Posteriormente, às partículas de carga positiva que constituem o núcleo deu-se o nome de protões. Através de várias experiências foi possível determinar que os protões têm carga idêntica à dos electrões, mas de sinal oposto, e uma massa de  $1,67252 \times 10^{-24}$  g, isto é, cerca de 1 840 vezes superior à massa do electrão.


Mais tarde, o que aconteceu foi que se descobriu que a aplicação das leis do electromagnetismo clássico implicava também que o electrão (por

ter um movimento acelerado e periódico) emitisse uma radiação cujo comprimento de onda variaria de forma contínua (dando origem a um espectro contínuo) e acabasse por cair no núcleo ao fim de  $10^{-11}$  s. A evidência experimental mostrava que o espectro dos átomos era de riscas (descontínuo) e que os átomos eram estáveis, ou seja, o electrão não caía no núcleo. Verificou-se, pois, que o modelo atómico de Rutherford não era válido.

### Os neutrões

O modelo atómico de Rutherford deixava por responder uma questão muito importante, no domínio da aceitação desse modelo por parte da comunidade científica internacional. Sabia-se que o átomo de hidrogénio, o mais simples de todos, continha um só protão, e que o átomo de hélio possuía dois protões. Portanto, a massa do hélio deveria ser o dobro da massa do hidrogénio (a massa dos electrões é tão pequena comparada com a dos protões que pode ser desprezada). No entanto sabia-se que ela era quatro vezes maior. Por esta razão, Rutherford e outros cientistas postularam a existência de uma outra partícula subatómica, também situada no núcleo. A prova directa da sua existência foi fornecida pelo físico britânico James Chadwick em 1932 (três anos mais tarde recebeu o prémio Nobel por esta descoberta). Quando este bombardeou uma folha de berílio com partículas  $\alpha$ , observou a emissão de uma radiação semelhante à radiação  $\gamma$  por parte do metal. Verificou-se depois que estes raios eram constituídos por partículas neutras de massa ligeiramente superior à dos protões. Como eram electricamente neutros foram denominados de neutrões.

Com este novo dado foi possível compreender a discrepância de massas entre o hidrogénio e o hélio (o hidrogénio utilizado não tinha neutrões, apenas um protão, e o hélio tinha dois neutrões e dois protões — daí a relação de 1 para 4).

Até aqui já fizemos referência aos electrões, aos protões e aos neutrões, que são as partículas subatómicas mais relevantes em química, mas os físicos descobriram que os átomos libertam uma grande variedade de partículas subatómicas quando bombardeados com partículas de energia elevadíssima, em condições especiais. Como a maior parte das reacções químicas se dá em condições muito menos drásticas, os químicos só se ocupam de electrões, protões e neutrões. 

**Para enunciar o seu modelo, Rutherford fez uma analogia entre o átomo e o sistema solar: os electrões mover-se-iam em torno do núcleo, descrevendo órbitas circulares.**



# Um conto enredado

por Lewis Carrol (tradução de Duarte Valério)

## Nó 7 — Dinheiro de bolso

*Desonra é o escravo que paga<sup>1</sup>.*

- Tia Mattie!
- Minha filha?
- Importas-te *mesmo* de escrever isso já? Tenho a *certeza* de que me vou esquecer se não escreves!
- Minha querida, temos mesmos de esperar até que a carruagem pare. Como é que eu poderei escrever alguma coisa no meio de tanto solavanco?
- Mas eu vou *mesmo* esquecer-me!

A voz de Clara tomou o tom pedinchas a que a sua tia nunca sabia bem como resistir, e com um suspiro a velha senhora puxou do seu caderno branco e preparou-se para registar a



— Eu digo-te que a porta da carruagem não tem nem metade do tamanho que devia ter!

quantia que Clara tinha acabado de gastar na pastelaria. A despesa dela era sempre feita à custa da bolsa da sua tia, mas a pobre rapariga sabia, por amarga experiência, que mais tarde ou mais cedo «Mad Mathesis» havia de esperar um reembolso exacto de cada dinheiro<sup>2</sup> que tinha gasto, e esperava, com impaciência mal disfarçada, enquanto a velha senhor virava e revirava as folhas, até encontrar a que dizia «Dinheiro de bolso».

— Aqui está — disse ela por fim —, e aqui temos o almoço de ontem devidamente registado. *Um copo de limonada* (porque é que não podes beber água como eu?), *três sandes* (nunca

põem metade da mostarda que deviam; eu disse isso à rapariga na cara; e ela virou a cabeça — que impúdica!), e *sete biscoitos*. Total, *um xelim e dois dinheiros*. Bem, e quanto a hoje?

— Um copo de limonada... — ia Clara começar a dizer, quando subitamente a carruagem parou, e um cortês porteiro dos caminhos de ferro ajudou a espantada rapariga a sair antes de ela ter tempo de acabar a frase.

A tia dela guardou o caderno imediatamente.

— Negócios primeiro — disse ela —: dinheiro de bolso (que é uma forma de prazer, apesar do que *tu* possas pensar) depois. — E logo começou a pagar ao condutor, e a dar ordens enormes sobre a bagagem, sem ligar aos pedidos da sua infeliz sobrinha segundo os quais devia anotar o resto da conta do almoço. — Minha querida, devias mesmo cultivar uma mente mais vasta! — foi toda a consolação que ela dispensou à pobre rapariga. — O caderno da tua memória não é suficientemente grande para conter o registo de um único almoço?

— Não é suficientemente grande! Não tem nem metade do tamanho! — foi a resposta apaixonada.

As palavras eram suficientemente correctas, mas a voz não era a de Clara, e ambas as senhoras se viraram com alguma surpresa para ver quem é que se tinha tão subitamente intrometido na sua conversa. Um senhora de idade gorda e baixinha estava de pé à porta de uma carruagem, a ajudar o condutor a extrair o que parecia ser uma cópia exacta de si mesma: não teria sido tarefa fácil dizer qual era a mais gorda ou qual das duas irmãs parecia mais bem-humorada.

— Eu digo-te que a porta da carruagem não tem nem metade do tamanho que devia ter! — repetiu ela, quando a sua irmã finalmente emergiu tal como uma bola sairia duma arma de brincar, e virou-se para apelar a Clara. — Não é, minha querida? — disse ela, tentando muito trazer uma careta a um rosto que fazia covinhas ao sorrir.

— Há gente qu' é muito larga p'ra elas — rosnou o condutor da carruagem.

— Não me provoque, homem! — gritou a velha senhora baixinha, no que ela queria que fosse uma tempestade de fúria. — Diga outra palavra e ponho-lhe um processo no Tribunal do Condado para um Habeas Corpus! — O condutor tocou no chapéu e foi-se embora sorridente.

— Não há nada como um bocadinho de Lei para assustar os rufiões, minha querida! — comentou ela confidencialmente a Clara. — Viu como ele se encolheu quando eu mencionei o Habeas Corpus? Não que eu faça alguma ideia do que é que isso quer dizer, mas soa muito imponente, não soa?

— É bastante provocador — respondeu Clara, um pouco vagamente.

— Muito! — respondeu avidamente a velha senhora baixinha. — E fomos mesmo muito provocadas. Não fomos, mana?

— Nunca fui tão provocada em toda a minha vida! — confirmou radiante a irmã mais gorda.

Por esta altura Clara tinha reconhecido as suas conhecidas da galeria de arte, e, levando a sua tia à parte, sussurrou-lhe apressadamente as suas recordações.

— Eu encontrei-as pela primeira vez na Real Academia... e foram muito simpáticas para mim... e estavam a almoçar na mesa ao lado da nossa, ainda agora, está a ver... e tentaram

<sup>1</sup> William Shakespeare (1564-1616), *King Henry V*, acto 2, cena 1. (N. do T.)

<sup>2</sup> Este dinheiro era nessa altura a duodécima parte do xelim, que era nessa altura a vigésima parte da libra esterlina. (N. do T.)





ajudar-me a dar com o quadro que eu queria... e tenho a certeza de que são umas velhinhas muito simpáticas!

— São amigas tuas, é? — disse Mad Mathesis. — Bem, eu gosto do ar delas. Podes conversar com elas, enquanto vou aos bilhetes. Mas vê lá se arranjas as tuas ideias um pouco mais cronologicamente!

E assim veio a suceder que as quatro senhoras acabaram sentadas umas ao lado das outras no mesmo banco à espera do comboio, e a conversar como se se conhecessem há anos.

— Ora a isto é que eu chamo uma coincidência notável! — exclamou a mais pequena e faladora das duas irmãs, aquela cujo conhecimento legal aniquilara o condutor da carruagem. — Não só que estivéssemos à espera do mesmo comboio, e na mesma estação (*isso* já seria muito curioso) mas até no mesmo dia, e à mesma hora! É isso que me espanta tanto a *mim*! — Deitou um olhar à irmã mais gorda e silenciosa, cuja principal função na vida parecia ser apoiar a opinião familiar, e que respondeu mansamente:



— E a mim também, mana!

— Essas não são coincidências *independentes*... — ia começar a dizer Mad Mathesis, quando Clara ousou interromper.

— Aqui não há solavancos — pediu ela

humildemente. — Importas-te de escrever *mesmo* agora?

Lá voltou o caderno branco outra vez.

— Então o que é que foi? — disse a tia dela.

— Um copo de limonada, uma sandes, um biscoito... Oh, meu Deus! — gritou a pobre Clara, mudando subitamente do tom histórico para um gemido de agonia.

— Dor de dentes? — disse calmamente a sua tia, enquanto escrevia os itens. As duas irmãs abriram logo as malas e tiraram dois remédios diferentes para a neuralgia, ambos proclamando ser «o melhor».

— Não é isso — disse a pobre Clara. — Obrigado. É só que não consigo lembrar-me de quanto é que paguei.

— Bem, então tenta calcular — disse a tia. — Tens o almoço de



ontem para te ajudar, sabes. E aqui está o almoço que tínhamos tomado na véspera, no primeiro dia que fomos àquela pastelaria: *um copo de limonada, quatro sandes, dez biscoitos. Total, um xelim e cinco dinheiros.* — Deu o caderno a Clara, que olhou para ele com olhos tão rasos de

lágrimas que a princípio nem notou que lhe estava a pegar de pernas para o ar.

As duas irmãs tinham estado a ouvir tudo isto com o maior interesse, e nessa ocasião a mais pequena pousou suavemente a mão no braço de Clara.

— Sabe, minha querida — disse ela, simpaticamente —, a minha irmã e eu estamos com o mesmo problema! É quase identicamente o mesmíssimo problema! Não estamos, mana?

— Quase idêntica e absolutamente o mesmíssimo... — começaram a irmã mais gorda, mas ela estava a construir a frase numa escala demasiado grande, e a mais pequena não estava para esperar que ela a acabasse.

— Sim, minha querida — continuou ela —; estivemos a almoçar na mesma loja onde vocês estiveram, e pedimos dois copos de limonada e três sandes e cinco biscoitos, e nenhuma de nós faz qualquer ideia de quanto é que pagámos. Fazemos, mana?

— Quase idêntica e absolutamente... — murmurou a outra, que evidentemente julgava que estava atrasada uma frase inteira, e que devia concluir uma obrigação antes de contrair quaisquer novos deveres; mas a senhora mais pequena começou outra vez, e ela deixou a conversa em dívida.

— Não *podia* fazer-nos a conta para nós, minha querida? — pediu a velha pequena senhora.

— Sabes aritmética, espero eu? — disse a tia dela, um pouco ansiosamente, enquanto Clara virava folha após folha, tentando inutilmente organizar os pensamentos. A mente dela estava vazia, e toda a expressão humana estava rapidamente a desaparecer da sua face.

Seguiu-se um silêncio desconfortável.

## Apêndice

— *Um nó!* — disse Alice — *Oh, deixa-me desfazê-lo!*<sup>3</sup>

### Respostas ao nó 6

Problema 1 — *A* e *B* começam o ano com £1000 cada. Nada pediram emprestado, nada roubaram. No seguinte dia de Ano Novo tinham £60000 entre eles. Como fizeram?

Solução — Foram nesse dia ao Banco de Inglaterra: *A* ficou em frente, enquanto *B* lhe deu a volta e ficou nas traseiras<sup>4</sup>.

Problema 2 — *L* faz 5 xailes, enquanto *M* faz 2: *Z* faz 4, enquanto *L* faz 3. 5 xailes de *Z* pesam tanto como 1 de *L*; 5 de *M* pesam tanto quanto 3 de *Z*. 1 de *M* é tão quente quanto 4 de *Z* e 1 de *L* tão quente quanto 3 de *M*. Qual é melhor, dando igual peso no resultado à rapidez do trabalho, à leveza e à capacidade de aquecer?

Resposta — A ordem é *M, L, Z*.

Solução — Quanto à rapidez (sendo constantes as restantes coisas), o mérito de *L* está para o de *M* na razão de 5 para 2: e o de *Z* para o de *L* na razão de 4 para 3. Para obtermos um conjunto de 3 número que satisfaçam estas condições, é talvez mais simples tomar o que ocorre *duas vezes* como sendo a unidade, e reduzir os outros a fraccões: isto dá, para *L, M, e Z*, as pontuações de 1, 2/5, 4/3. Quando se estima a *leveza*, vemos que quanto maior é o peso, menor é o mérito, pelo que o mérito de *Z* está para o de *L* como 5 para 1. Logo as pontuações para *leveza* são 1/5, 5/3, 1. E de igual modo as pontuações para a capacidade de aquecer são 3, 1, 1/4. Para obter o resultado final, temos de *multiplicar* todas as 3 pontuações de *L*, e fazer o mesmo para *M* e para *Z*. Os resultados são  $1 \times 1/5 \times 3$ ,  $2/5 \times 5/3 \times 1$ ,  $4/3 \times 1 \times 1/4$ ; isto é, 3/5, 2/3, 1/3; isto é, multiplicando tudo por 15 (o que não alterará a proporção), 9, 10, 5, mostrando que a ordem de méritos é *M, L, Z*. **g**

<sup>3</sup> Lewis Carrol (1832-1898), *As aventuras de Alice no País das Maravilhas*, capítulo 3. (N. do T.)

<sup>4</sup> Comentando a correspondência que os leitores da revista lhe enviavam com soluções para os problemas propostos, o autor escreveu: «No Nó 6, o primeiro problema era, claro, um mero *jeu de mots* [jogo de palavras], cuja presença achei desculpável numa série de problemas cujo fim é mais divertir do que instruir (...).» (N. do T.)



# Encontro Juvenil de Ciência

por Carina Gonçalves, Igor Espírito Santo, Telmo Reinas, Luís Solano, Miriam Pinto & Kátia Almeida

Este artigo é um extracto do trabalho intitulado «Guarda — região mineira», que foi apresentado no 20º Encontro Juvenil de Ciência.

## Falando de radioactividade



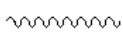
### O que é a Radioactividade?

A radioactividade é a emissão espontânea de partículas ou radiação electromagnética, ou de ambas, pelos núcleos instáveis.

Os principais tipos existentes são as partículas  $\alpha$  (ou núcleos de hélio duplamente carregados,  $\text{He}^{2+}$ ), as partículas  $\beta$  (que são electrões) e os raios  $\gamma$ , que são ondas electromagnéticas de comprimento de onda curto.

Quando um núcleo radioactivo se desintegra, os produtos formados também podem ser instáveis e, portanto, podem desintegrar-se posteriormente. Este processo repete-se até finalmente se formar um produto estável.

### Partículas / radiações: tipos e características

| Radiação       | Constituição de um raio   | Carga Eléctrica | Poder Ionizante | Poder Penetrante  | Velocidade a que se desloca     |
|----------------|---|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| Raios $\alpha$ | 2 prótons e 2 neutrões<br> | Positiva        | Grande          | Fraco             | 5% da Velocidade da luz         |
| Raios $\beta$  | Um Electrão<br>            | Negativa        | Fraco           | Médio             | 25% a 99% da Velocidade da luz  |
| Raios X        | Onda Electro-magnética<br> | Nula            | Muito fraco     | Muito Grande      | Velocidade da luz (300 000km/s) |
| Raios $\gamma$ | Onda Electro-magnética<br> | Nula            | Muito fraco     | Muitíssimo Grande | Velocidade da luz (300 000km/s) |

Partículas  $\alpha$  — São partículas constituídas por 2 prótons e 2 neutrões fortemente ligados — o equivalente a um núcleo de Hélio. São emitidas por um núcleo instável, geralmente com número de massa elevado. Esse núcleo pode pertencer ao átomo de um elemento natural ou artificial. Têm uma carga eléctrica positiva de (+2); têm poder ionizante forte, pelo que podem provocar muitos danos nas células vivas. Têm poder penetrante fraco. Penetram só na superfície da pele. Uma folha de papel é suficiente para as absorver, impedindo a sua passagem. No ar o seu percurso não excede 5 cm. Têm uma enorme capacidade para ionizar gases.

Partículas  $\beta$  — São electrões, movem-se a grande velocidade, são emitidas por um núcleo instável, em que o número de neutrões é superior ao de prótons, não dependendo do número de massa do átomo. Têm carga eléctrica negativa (-1); a massa é quase nula. Têm poder ionizante fraco. Podem penetrar 1 ou 2 cm nos tecidos humanos ou na água. No ar têm percursos de alguns metros. Uma folha de

alumínio com poucos milímetros de espessura é suficiente para as absorver, impedindo a sua passagem.

Raios  $\gamma$  — São radiações electromagnéticas de comprimento de onda muito curto, logo, de grande frequência. Acompanham a emissão de partículas  $\alpha$  ou  $\beta$ . Após a emissão de uma partícula  $\alpha$  ou  $\beta$  o núcleo continua instável, com excesso de energia. Os prótons e os neutrões reorganizam-se e o núcleo emite energia — a radiação  $\gamma$ . Desta forma o núcleo liberta o excesso de energia, ficando mais estável. Não têm carga eléctrica, têm poder ionizante fraco. São muito penetrantes, podendo atravessar o corpo humano. São quase inteiramente absorvidas por uma parede de betão com a espessura de 1 m ou por uma parede de chumbo como cerca de 3 cm de espessura. Possuem uma fraquíssima capacidade para ionizar gases.

Raios X — São radiações electromagnéticas, semelhantes aos raios  $\gamma$ , de comprimento de onda muito curto. São produzidas artificialmente num tubo onde se produzem descargas eléctricas. Quando um feixe de electrões rápidos incide sobre uma superfície, a superfície converte-se numa fonte de raios X. Não têm carga eléctrica. Têm poder ionizante muito fraco. São muito penetrantes mas menos que os raios  $\gamma$ . Materiais duros e densos, tais como ossos e metais, impedem a sua passagem, porque as absorvem quase na totalidade.

### Fontes de radiação particulares

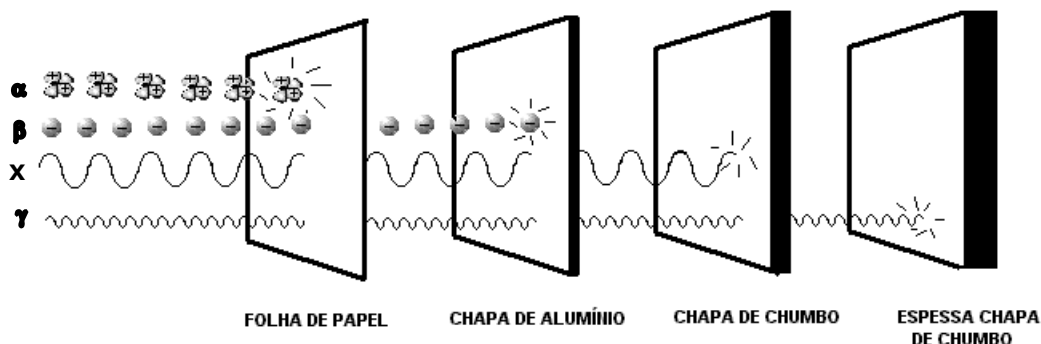
Portugal é um país com vasta experiência na prospecção e exploração de minerais radioactivos. No distrito da Guarda, em particular, existem materiais radioactivos responsáveis pela existência, facilmente detectável, de uma certa radioactividade natural. Nesta região do país, existiam jazigos urano-radíferos de onde eram extraídos «concentrados», por vezes sob a forma de óxidos, de rádio e urânio (essencialmente urânio-238).

Como resultado da desintegração dos elementos químicos radioactivos presentes nas rochas que abundam na região, vão aparecendo átomos seus «descendentes», também eles radioactivos, pelo que a radioactividade das rochas não diminui muito ao longo do tempo. Um desses átomos descendentes é o conhecido

radão (ou rádon) 222, um gás inodoro, incolor, mas que é o principal responsável pela radioactividade natural detectável na região.

Algumas espécies minerais com urânio, consideradas raras, eram especialmente abundantes no distrito da Guarda, tomando até designações próprias do local de extracção como é o caso do sabugalite (identificado pelo mineralogista C. Frondel em 1951) existente na região do Sabugal.

Quando se fala em características do material radioactivo



Actuação das radiações



explorado no distrito da Guarda, ou em qualquer outro local, é importante salientar a diferença entre as características físicas directamente perceptíveis (cor, cheiro, etc.) dos minerais uraníferos aqui existentes, as características físicas e químicas dos elementos químicos radioactivos (rádio, urânio etc.) que estão na sua constituição, e as características e propriedades das radiações emitidas por esses elementos químicos.

De facto, o distrito da Guarda é caracterizado pela abundância de 2 tipos de minerais, designados muitas vezes por minerais uraníferos, extraídos essencialmente no concelho do Sabugal:

1) Minerais negros — de cor escura, quase sempre em tons castanhos, são dos minerais mais importantes dos jazigos portugueses. Os minerais negros mais abundantes no distrito da Guarda são a pecheblenda e os produtos negros de urânio.

- Pecheblenda — um dos minerais mais importantes dos jazigos portugueses, na sua constituição podem estar 3 elementos radioactivos: o urânio, o rádio e o actínio.

- Produtos negros de urânio — são terrosos ou pulverulentos constituindo depósitos peculiares ou pequenos depósitos na cavidade das rochas.

2) Minerais coloridos — dos quais se destacam, por ordem decrescente de abundância no distrito: a autunite, a tobernite e o sabugalite.

- Autunite — são cristais amarelos que facilmente se visualizam nas rochas como a que vemos na figura 1.

- Torbernite — cristais de cor verde carregado (figura 2).

- Sabugalite — cristais amarelos abundantes na região do Sabugal (figura 3).

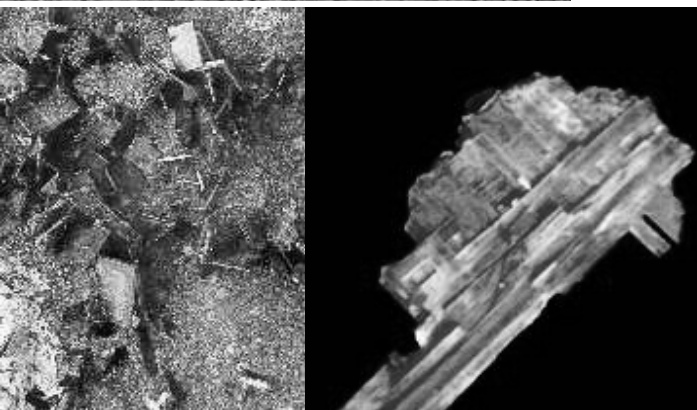
Destes minerais, negros ou coloridos, extraía-se, por exemplo, o óxido de urânio que depois de sucessivas transformações em estações fabris especializadas era exportado.

A radiação emitida pelos átomos radioactivos presentes nos minerais atrás salientados tem a capacidade de transformar os átomos dos gases em iões e diz-se, por isso, que é ionizante e, por consequência, perigosa.

Para nos certificarmos da existência de radiações num dado local, usam-se dispositivos adequados que aproveitam exactamente as capacidades dessas mesmas radiações. Os dispositivos mais vulgares são os detectores de Geiger-Müller.



Figura 1, à esquerda: autunite; figura 2, ao fundo à esquerda: torbernite; figura 3, ao fundo à direita: sabugalite.



A radioactividade que facilmente se detecta no distrito da Guarda é essencialmente devida à presença de fontes radioactivas naturais. As radiações ionizantes a que um habitante da região está sujeito têm origem no ar, nas rochas e no solo.


## Na época da exploração mineira, e devido ao facto de as minas serem locais pouco ventilados, o radão era um factor de elevado risco para as pessoas que ali trabalhavam.

No ar encontram-se isótopos do radão. O radão é um gás inodoro, incolor e sem sabor. Tem origem noutros dois elementos radioactivos, o tório e o urânio, que se encontram naturalmente na Terra. O radão é emissor de radiação ionizante (sob a forma de partículas  $\alpha$ ), e encontra-se um pouco em todo o ambiente terrestre, sendo um problema nas casas térreas das regiões graníticas, como é o caso da Guarda, principalmente se forem pouco ventiladas. Na época da exploração mineira, e devido ao facto de as minas serem locais pouco ventilados, o radão era um factor de elevado risco para as pessoas que ali trabalhavam.

É importante salientar que a concentração de radão depende das condições climatéricas. A temperatura do ar, a velocidade do vento e a pressão atmosférica influenciam a concentração de radão. Os seus valores são mínimos no Verão e máximos durante o Inverno. Variam, também, ao longo do dia, sendo a concentração mínima ao meio dia e máxima durante a noite.

Como o radão é um gás, «infiltra-se» facilmente nas habitações através das fendas nas fundações, de frestas ou furos, nas paredes ou no chão e nas próprias canalizações. Uma forma de diminuir a sua concentração no interior das habitações seria a instalação de sistemas de ventilação nos alicerces das casas, mas isso implicaria custos

extremamente elevados em casas já construídas. No entanto, podemos e devemos abrir portas e janelas (quando as condições climatéricas o permitirem!) afim de mantermos a casa arejada e assim diminuirmos a concentração do gás radioactivo no interior da casa onde moramos.

Nas rochas existem materiais naturalmente radioactivos pois são constituídas por átomos que emitem radiações ionizantes. Por exemplo, o granito, rocha mais abundante da região da Guarda, contém pequenas quantidades de materiais radioactivos, como o urânio e o rádio (emissores de raios  $\gamma$ ). Uma vez que a maioria dos materiais de construção utilizados são produzidos a partir das rochas existentes na região, os edifícios com eles construídos tornam-se naturalmente radioactivos. 



Algumas saídas de campo



Esta secção publica extractos do trabalho intitulado «Energia Nuclear — mitos e realidades», que foi apresentado no 20º Encontro Juvenil de Ciência.

## Introdução e objectivos

A realização deste trabalho tem como principal objectivo a desmitificação de um conjunto de preconceitos que se foram estabelecendo, ao longo do último século, acerca da energia nuclear. A divulgação de muitas destas ideias, erradas e quase absurdas, foi sendo ajudada por calamidades envolvendo a energia nuclear: as bombas atómicas de Hiroshima e Nagasaki, o caso Chernobyl, etc.. No entanto, este trabalho não é, de forma alguma, uma apologia da energia nuclear<sup>1</sup>, mas visa esclarecer as inúmeras vantagens que este tipo de energia pode trazer a Portugal, à Europa e ao Mundo. Contudo, ao longo deste trabalho também vão sendo inumerados os perigos subjacentes à energia nuclear, bem como algumas medidas de segurança que devem ser tomadas para que estes riscos sejam minimizados.

Para resumir o «espírito» deste trabalho, termino esta breve nota introdutória contando a história daquele cientista russo que durante uma visita a um centro nuclear exclamou subitamente: «Vejam só a inconsciência daquela pessoa que está sentada em cima do contentor do reactor nuclear!» «É verdade!», comentou um dos presentes, «esse indivíduo não faz ideia dos perigos das radiações». Contestou então o cientista: «Não me estava a referir a isso, evidentemente. Não me preocuparia com as radiações. É que o indivíduo está a fumar...»

## A energia num mundo finito

O conceito de **energia** é difícil de definir, podendo ser apresentado, como fez Max Planck, em termos da «capacidade que um sistema tem de originar efeitos externos».

A energia pode encontrar-se armazenada num sistema ou estar em transição entre dois sistemas ou entre um sistema e a sua vizinhança.

A **energia armazenada** num sistema pode apresentar-se sob diferentes formas:

- **Energia cinética** (de translacção, de rotação ou de vibração): capacidade que um sistema tem de produzir «efeitos externos» por estar em movimento.
- **Energia potencial** (gravitacional, elástica, eléctrica, magnética, electromagnética, química, nuclear, ...): capacidade que um sistema tem de produzir «efeitos externos» em virtude da sua posição, configuração, composição ou estado. Desde que um corpo se encontre num campo de forças, possui energia potencial.

• **Energia interna**: energia cinética das moléculas e dos átomos que constituem o sistema mais a energia potencial correspondente às forças de interacção entre esses constituintes.

A **energia em transição** refere-se à energia transferida de um sistema para outro, ou para a sua vizinhança, através da fronteira que os separa, podendo a transferência ocorrer mediante dois processos:

• **Calor**: energia em transição devido à diferença de temperatura existente entre os sistemas em causa. A transição pode fazer-se com transporte de matéria — convecção —, sem transporte de matéria — condução — ou no vazio, por meio de ondas electromagnéticas — radiação<sup>2</sup>.

• **Trabalho**: energia em transição devido à existência de outras diferenças de potencial entre os sistemas em causa. O conceito de trabalho está associado ao deslocamento do ponto

de aplicação de uma força que actua sobre um sistema material. Por exemplo, quando se ergue um objecto, contrariando / equilibrando o seu peso, diz-se que a força aplicada ao objecto realiza trabalho e que a energia potencial gravítica do conjunto objecto - Terra aumenta.

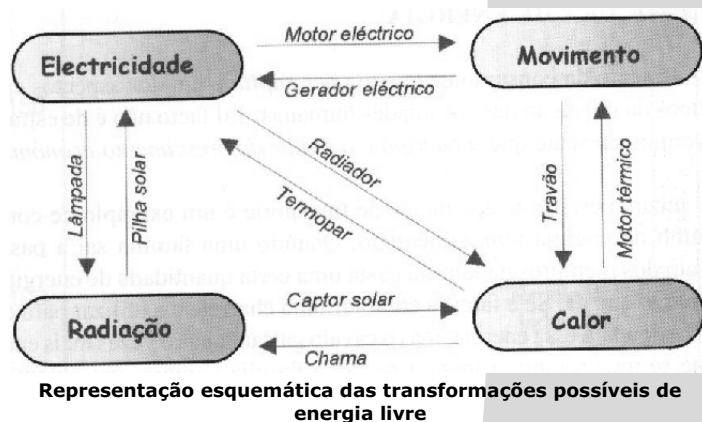
Um outro conceito a que importa fazer referência é a **potência**, que mede a rapidez com que a energia é transferida entre sistemas.

Em 1842, Julius Mayer já havia proposto uma **lei geral da conservação da energia**. Este cientista não tinha feito experiências quantitativas, mas havia observado processos fisiológicos, envolvendo calor e respiração, que o levaram a intuir a conclusão importante a que chegou. Em 1847, Hermann von Helmholtz lançou a ideia de que a energia pode mudar várias vezes de forma, mas que, nos processos de conversão da energia, nada se cria ou se destrói, isto é, a quantidade de energia mantém-se constante, num sistema isolado. A lei da conservação da energia ficou, pois, estabelecida em meados do século 19, tendo-se tornado num «ponto de apoio» fundamental para o progresso científico.

É importante notar que a energia não pode ser produzida ou consumida. O que é possível é converter formas de energia umas nas outras, de maneira a tirar partido das fontes de energia para efeitos da sua distribuição e utilização. As transformações de energia são de dois tipos:

1. libertação de energia armazenada ou, inversamente, armazenagem de energia livre;
2. passagem de uma forma de energia livre para outra.

No esquema abaixo, indicam-se as transformações possíveis de energia livre. É importante referir que, em qualquer transformação, há perdas sob a forma de calor. Por exemplo, numa lâmpada de incandescência, nem toda a electricidade é transformada em radiação luminosa; uma parte manifesta-se através do aquecimento da própria lâmpada.



Olhando de realce a maneira como o Homem tem aprendido a aproveitar os recursos energéticos, ressaltam duas facetas relevantes: a diversificação das fontes de energia — a partir da Revolução Agrícola — e a intensificação da utilização da energia — a partir da Revolução Industrial.

A compreensão do fenómeno da fissão nuclear, em 1939, proporcionou a possibilidade de exploração da primeira forma de energia descoberta em laboratório e aumentou significativamente o potencial das fontes de energia de que a

<sup>1</sup> Nem a CiênciaJ nem a Associação Juvenil de Ciência fazem tal apologia, igualmente. (Nota da direcção)

<sup>2</sup> A propagação de calor por radiação é a única que pode ocorrer no vazio (é por radiação que a energia do Sol chega à Terra, por exemplo), mas também tem lugar sem ser no vazio. (Nota da direcção)



Humanidade dispõe.

## Procura de energia

O aumento do consumo de energia *per capita* é um dos aspectos característicos da evolução das sociedades humanas.

Tal facto não é de estranhar se tivermos presente que a energia é o motor do crescimento económico.

O recurso crescente aos meios de transporte é um exemplo de como o consumo de energia tem aumentado. Quando uma família sai a passear, cada um dos membros da família gasta uma certa quantidade de energia por cada passo que dá. Se a família comprar uma charrete e a utilizar para dar o passeio, poupará essa energia, mas o cavalo gastará quatro vezes mais energia do que se toda a família fosse a pé. Se a família comprar um automóvel, passeará ainda mais comodamente e andarás mais depressa. Mas o automóvel gastará trinta e cinco vezes mais energia do que a família necessitaria para percorrer a mesma distância a pé.

Por outro lado, a população mundial tem aumentado muito e, em condições normais, continuará a aumentar a um ritmo que a fará passar de 5,3 milhares de milhões de pessoas em 1990 para cerca de 10 milhares de milhões de pessoas em 2050.

Consequentemente, a procura de energia primária (combustíveis sólidos, petróleo, gás natural,

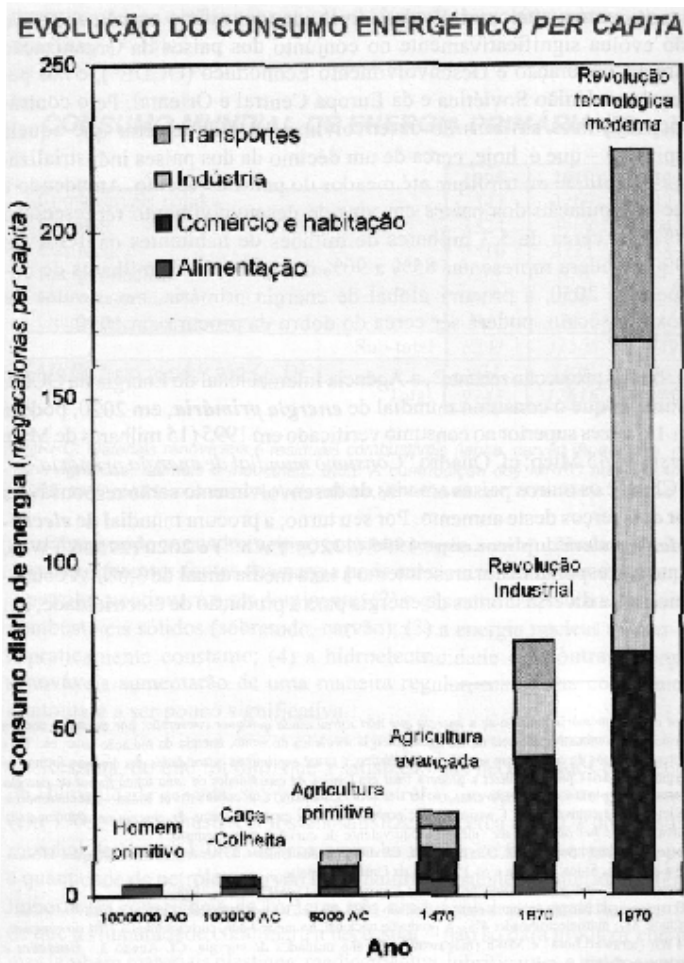


Gráfico representativo da evolução do consumo energético per capita

energia nuclear, hidroelectricidade e outras energias renováveis, etc.) tem aumentado e continuará a aumentar. É admissível que o consumo anual *per capita* não evolua significativamente no conjunto dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), e nos

países da ex-União Soviética e da Europa Central e Oriental. Pelo contrário, nos países em vias de desenvolvimento, é de esperar que aquela capitação — que é, hoje, cerca de um décimo da dos países industrializados — duplique ou triplique até meados do século. Atendendo a que a população dos países em vias de desenvolvimento representava 77% dos cerca de 5,3 milhares de milhões de habitantes da Terra em 1990 e poderá representar 85% a 90% dos cerca de 10 milhares de milhões em 2050, a procura global de energia primária, em meados do século, poderá ser cerca do dobro da procura em 1990.

A satisfação das necessidades energéticas da Humanidade assenta (e assentará), sobretudo, no petróleo, no carvão e no gás natural (em 1995 os combustíveis fósseis satisfizeram cerca de 80% do consumo mundial de energia). Ora, acontece que há um limite finito, esgotável, para a quantidade de petróleo, carvão e gás natural existente no interior da Terra. Importa ter consciência do carácter não renovável destas matérias-primas, de que a Humanidade

continuará a necessitar — não só para produzir energia mas também materiais plásticos, medicamentos, lubrificantes e muitos outros produtos que nos habituámos a consumir diariamente —, o que aconselha a reduzir a sua utilização como fontes primárias de energia.

Além disso, o recurso aos combustíveis fósseis acarreta outros problemas, cada vez mais preocupantes, no que respeita à qualidade do ambiente na Terra — como é o caso, sobretudo, do aumento da concentração de gases que provocam o efeito de estufa (dióxido de carbono) e as chuvas ácidas (óxidos de azoto e de enxofre).

Diversidade, eficiência e flexibilidade no sector da energia são conceitos-chave para garantir o aprovisionamento energético a longo prazo. No contexto de um «desenvolvimento sustentável», cientistas, economistas e políticos de vários países consideram que a energia nuclear ocupa um lugar importante entre as alternativas já disponíveis para satisfazer a procura futura de energia.

## Energia nuclear

A energia nuclear produzida em **reactores de cisão nuclear**, cuja viabilidade científica ficou demonstrada em 1942, é uma forma de energia que pode ser convertida noutras formas de energia utilizáveis para diversos fins — processos industriais, aquecimento urbano, dessalinização de água, propulsão naval ou produção de energia eléctrica.

Quanto à energia nuclear produzida em **reactores de fusão nuclear**, a respectiva viabilidade está a ser objecto de estudo através de experiências de grande vulto, a nível nacional e internacional.

Importa salientar que a energia nuclear tem estado ao serviço da Humanidade desde que esta existe — o calor e a luz que chegam à Terra são manifestações de energia nuclear, porque o Sol e as outras estrelas são reactores de fusão nuclear naturais. ☺

**— Vejam só a inconsciência daquela pessoa que está sentada em cima do contentor do reactor nuclear!**

**— É verdade! — comentou um dos presentes. — Esse indivíduo não faz ideia dos perigos das radiações.**

**— Não me estava a referir a isso, evidentemente. Não me preocuparia com as radiações. É que o indivíduo está a fumar...**

Continua no próximo número...



# História com Ciência

por Rudolf Appelt

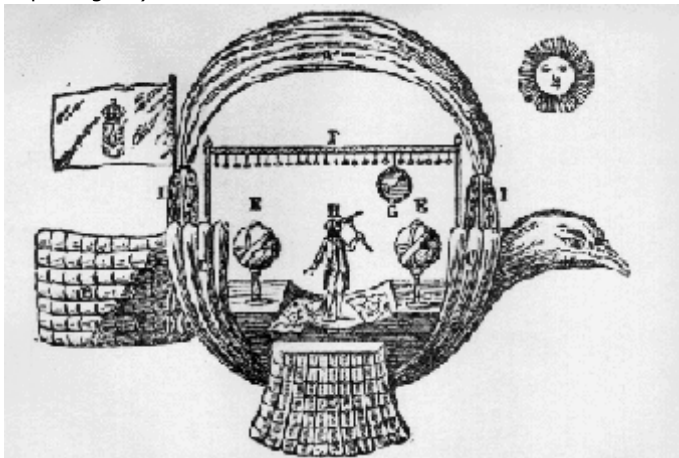
## Olhó balão!

A primeira volta ao mundo por Piccard com o Breitling Orbiter 3 em Março de 1999 ([www.breitling.com/orbiter/breit98/eng/index.html](http://www.breitling.com/orbiter/breit98/eng/index.html)); os balões espaciais da NASA ([www.wff.nasa.gov/~code820/](http://www.wff.nasa.gov/~code820/)); o Zeppelin apresentado em 1900 ([www.zeppelin-nt.com](http://www.zeppelin-nt.com)); o esplendor das actuais corridas de balões multicoloridos ([www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2503/photo.html](http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2503/photo.html))... São vários os exemplos que um aeróstato tão comum tornou tão magníficos!

Arquimedes descobre já em 240 a. C. o princípio do corpo flutuante; porém apenas 2000 anos mais tarde foram esses princípios aplicados à aerostática. Francisco de Lana (1631-1687), jesuíta, foi o primeiro a publicar estudos sobre o assunto. Apresenta em 1670, na sua obra *Prodromo dell'Arte Maestra*, um pequeno barco à vela, preso a quatro grandes esferas ocas, das quais se retiraria todo o ar, ficando tão leves e pouco densas que se elevariam no espaço<sup>1</sup>. Infelizmente, a falta de recursos económicos não lhe possibilitou a construção de tão fantasista barcaça voadora. ([www.faculty.fairfield.edu/jmac/sj/scientists/lana.htm](http://www.faculty.fairfield.edu/jmac/sj/scientists/lana.htm))

### O primeiro modelo

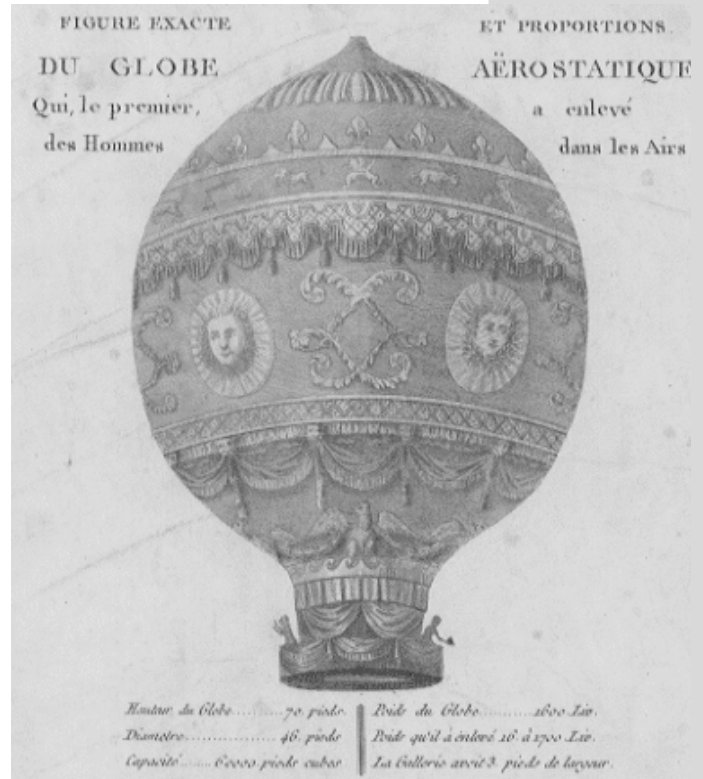
A glória de conseguir elevar um aeróstato nos ares pela primeira vez pertence ao português Bartolomeu Lourenço de Gusmão, célebre pela sua «Passarola». Nasceu em 1685 no Brasil, então parte integrante da coroa portuguesa. Mostrou desde cedo no seminário jesuíta da Baía aptidão e clarividente inteligência para a aplicação real da Física. Consta que a inspiração para a concepção de um balão apareceu ao observar a elevação de uma bola de sabão, quando sujeita a um foco calorífico. Começa então a trabalhar afincadamente no projecto de um engenho «mais-leve-que-o-ar». Entrega a D. João 5 a petição de privilégio sobre o seu «instrumento de andar pelo ar», que lhe é concedida por alvará, em 19 de Abril de 1709 (muito por ser, por parte das cortes, um estimado intelectual das Ciências da Natureza). Além disso, é-lhe oferecido um chorudo subsídio, e a quinta do Duque de Aveiro, em S. Sebastião da Pedreira, para prosseguir os seus inventos aerostáticos. Durante as suas experiências, Gusmão pretendeu gozar e divertir-se com a expectativa e intriga dos demais. Para tal fingiu este inventor perder um desenho da sua máquina num local público — a Passarola. O desenho apresenta pormenorizadamente a constituição uma de demasiado fantasiosa máquina voadora. (Este gracejo saiu-lhe caro, pois, com o decorrer do tempo, apenas serviu para o desprestigiar.)



O tal desenho do Padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão

Mas é no dia 8 de Agosto de 1709, na sala dos embaixadores da Casa da Índia, diante de D. João 5, da Rainha, do Núncio Apostólico, Cardeal Conti (depois papa Inocêncio 13), do Corpo Diplomático e demais membros da corte que Gusmão faz a sua apresentação inédita. Fez elevar a uns 4 metros de altura um

pequeno balão de papel pardo grosso, cheio de ar quente, produzido pelo fogo contido numa tigela de barro. Com receio que pegasse fogo aos cortinados, dois criados destruíram o balão. No entanto, a experiência tinha sido coroada de êxito e impressionado vivamente a Coroa. Infelizmente, após esta experiência, e por razões inexploradas, Bartolomeu de Gusmão abandona por completo a evolução deste projecto. ([www.emfa.pt/museu/histavi.htm](http://www.emfa.pt/museu/histavi.htm))



«Figura exacta e proporções do globo aerostático que primeiramente transportou Homens nos ares»

### Os irmãos Montgolfier

O objectivo primordial de conseguir transportar pessoas a bordo de um aeróstato, com sucesso, deve-se aos irmãos Montgolfier (Joseph e Etienne). Estes dois franceses obtiveram a sua inspiração através de observações comuns na sua fábrica familiar de produção de papel. As suas experiências iniciais levaram-nos a um **balão de ar quente** — um balão composto substancialmente por papel, aberto em baixo, onde uma fogueira aqueceria o ar interior ao balão<sup>2</sup>. O primeiro construído tinha uns assombrosos 11 metros de diâmetro, com uma capacidade de 800 m<sup>3</sup>. Foi lançado em Annonay, ainda sem tripulantes, a 5 de Junho de 1783, sob o olhar atónito dos habitantes e autoridades locais. Preso ao balão, na parte inferior, encontrava-se uma grelha de metal, coberta de palha molhada e lã, para aquecer gradualmente o ar interior ao



O referido balão no seu elemento natural

<sup>1</sup> Para retirar o ar servir-se-ia da «máquina pneumática», inventada em 1650 pelo alemão Otto von Guericke para extrair ar dos recipientes. ([geocities.yahoo.com.br/saladefisica9/biografias/guericke.htm](http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica9/biografias/guericke.htm))

<sup>2</sup> Inicialmente achavam que o balão subia devido ao fumo especial gerado pela fogueira, a que chamaram de «gás Montgolfier»!





**Demonstração pública de voo**

balão. O voo foi um tal sucesso, que a Academia das Ciências de Paris se pôs de imediato em campo para se informar melhor daquele espantoso acontecimento. (aviadoresonline.com/historia/Montgolfier.htm)

### Balão de Hidrogénio

Entretanto, um físico de grande mérito, Jacques Charles (1746-1823), baseando-se no balão Montgolfier, desenvolveu um balão fechado, em que o conteúdo seria de hidrogénio<sup>3</sup>. No entanto, a sua produção acarretava grandes riscos, e também elevadas perdas (logo, apresentava um rendimento baixo). Lançou o seu balão de hidrogénio pouco depois de Montgolfier, a 27 de Agosto de 1783. Também este balão teve muito sucesso, voando 45 minutos, caindo a uma distância de 25 km do local de partida, Paris.

Porém, as populações locais não reagiam bem à visita inesperada de tão estranhos objectos vindos do céu: atacavam, muitas vezes, os balões na sua queda, destruindo-os por completo. Sensível a esse problema, as autoridades centrais publicaram um «Aviso ao povo», informando-o dessas experiências inofensivas ao serviço da sociedade francesa. Este documento, datado de 3 de Setembro de 1783, foi largamente distribuído por França.

### Um galo, um pato e um carneiro

Não estando o rei Luís 16 ainda convencido que esses balões pudessem transportar pessoas em segurança, foi-lhe feita uma demonstração em praça pública, com três animais a bordo de uma gaiola de vime: um galo, um pato, e um carneiro. Este famoso voo de 19 de Setembro de 1783 trouxe os nossos primeiros aeronautas sãos e salvos...

Havia finalmente chegado a vez do Homem. Mas Luís 16 atemorizou-se mais uma vez ante a permissão de tal façanha. Só com grande esforço por parte de dois Pioneiros voluntários — o «aventureiro científico» Pilâtre de Rozier e o marquês d'Arlandes François-Laurent — é que Luís 16 acedeu à primeira ascensão humana, dois dias após a dos 3 animais. Contudo, a viagem foi conturbada, por o balão ameaçar arder por completo. Felizmente foi-lhes possível regressar a terra igualmente sãos e salvos.

Agora, também os colaboradores de Jacques Charles propunham-se a subir num balão de hidrogénio, por este apresentar mais vantagens na facilidade de condução: não seria necessário atender constantemente ao fogo do balão Montgolfier. Assim, podiam preocupar-se com experiências científicas. Após inúmeros preparativos que incluíram a resolução de novos problemas, largaram terra a 1 de Dezembro de 1783. Um voo repleto de sucessos aumentando a confiança da população e das autoridades neste novo meio de transporte. Devido a estes vários êxitos, os voos

multiplicaram-se no ano seguinte.

### Perda da Vergonha

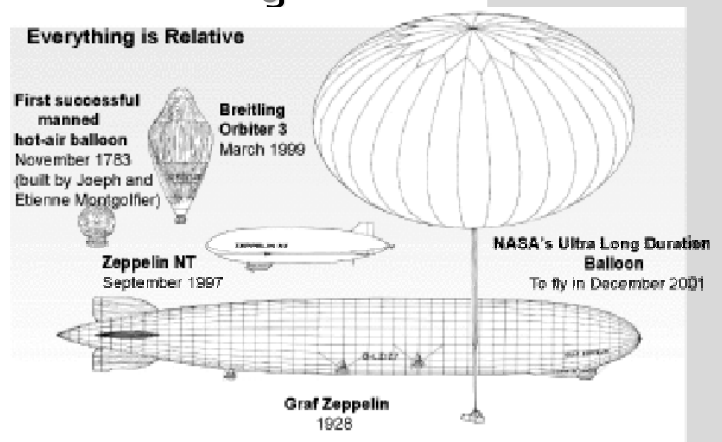
O próximo desafio de alto risco seria atravessar o Canal da Mancha, entre Inglaterra e França. O destemido e apaixonado pelos balões Pilâtre de Rozier já o projectava há bastante tempo. Quando se preparava para o finalmente efectuar, dois outros destemidos iniciavam-no a partir de Inglaterra, em direcção a França.

O céu limpo e a aragem suave da manhã de 7 de Janeiro de 1785 encheu François Blanchard e Daves Jefferies de coragem. Lançaram-se numa empresa que lhes custou a perda de vergonha! Ainda que a viagem se iniciasse bem, logo repararam que a força ascensional era fraca, devido a um possível erro de cálculo no lastro. Apavorados por uma queda fatal nas águas frias, começaram desde cedo a atirar borda fora o lastro, e após este, tudo o que pudesse impedir a ascensão do balão. Avistaram terra ao longe, mas ainda era demasiado cedo para alegrias... O passo seguinte foi despirem-se — notaram melhorias, mas pouco significativas. Jefferies ainda se quis atirar ao mar, mas foi impedido por Blanchard. Só uma hipótese restava: agarrarem-se às redes que seguravam a barquinha de verga ao balão, e soltar esta. Quando se preparavam para este acto de desespero, já muito perto da costa, sentiram o balão a elevar-se no ar. Atingiram terra, sãos e salvos, aclamados pela população...

Por sua vez, Pilâtre de Rozier, destroçado por ter sido ultrapassado, atrasou muito a sua tentativa (no sentido oposto). Quando o finalmente tentou, o balão estava em tão más condições que não resistiu à travessia.

### No Futuro...

Após esta arrojada travessia, as ascensões multiplicaram-se em grande escala, fomentando igualmente o desenvolvimento desta nova tecnologia até aos vários tipos de aeróstatos que conhecemos hoje...



**Figura comparativa do tamanho de vários balões; o do canto superior direito, desenvolvido pela NASA, acha-se reproduzido abaixo**



<sup>3</sup> Em 1766, Henry Cavendish (1731-1810), químico e físico inglês estudara as propriedades de uma substância a que chamara «ar inflamável» — o hidrogénio, gás combustível, de densidade muito baixa.



# Encontro Juvenil de Ciência

por Marta Alves

Este artigo é um extracto do trabalho «Água é vida», apresentado ao 20º Encontro Juvenil de Ciência.

## Água é vida

A ciência tem demonstrado que a vida teve origem na água e que ela constitui a matéria predominante nos organismos vivos. É impossível imaginar um tipo de vida em sociedade que dispense o uso da água. A água é um elemento essencial à vida.

Mas a água potável não estará disponível infinitamente. Ela é um recurso limitado. Parece inacreditável, já que existe tanta água no planeta!

### A água no planeta

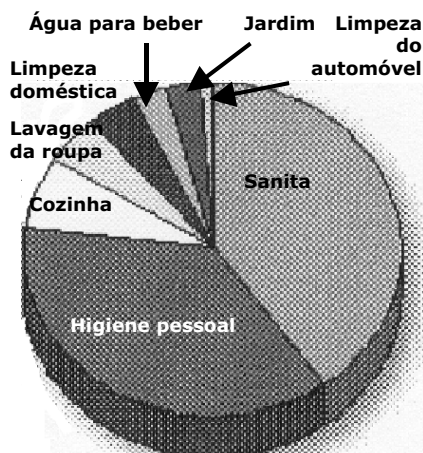
Estima-se em cerca de 1,35 milhares de milhões de km<sup>3</sup> o volume total de água na Terra. Visto pelo lado de fora o nosso planeta deveria chamar-se Água.

Cerca de 2/3 da sua superfície são ocupados pelos oceanos. O restante divide-se entre os glaciares, a atmosfera e o subsolo, os rios e os lagos.

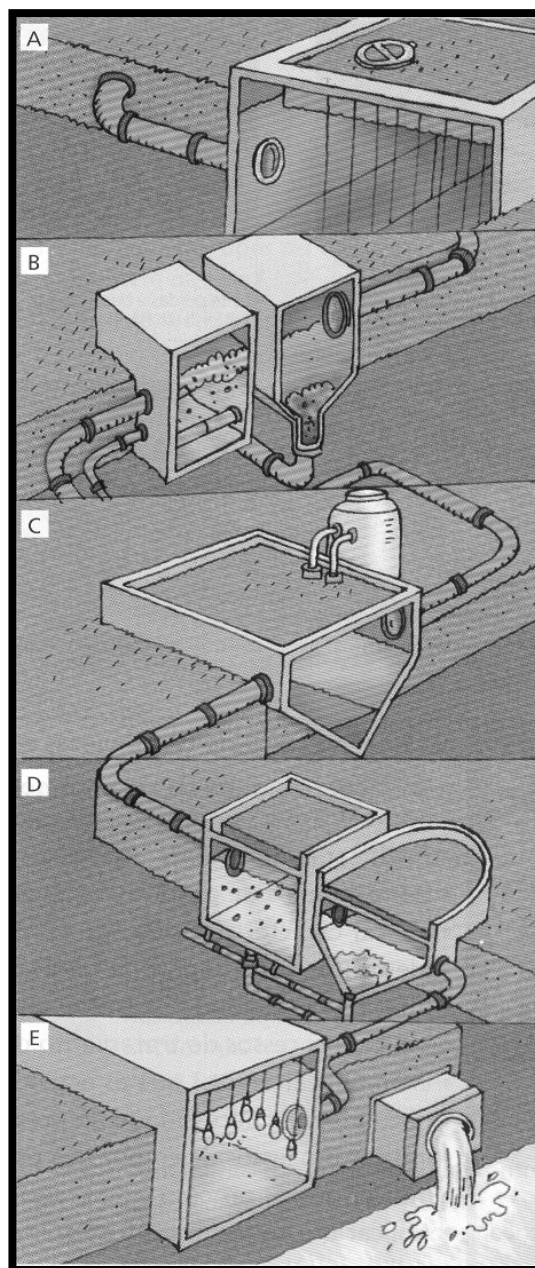
### Distribuição da água no planeta

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Oceanos            | 97,400 % |
| Glaciares          | 1,979 %  |
| Rios e lagos       | 0,030 %  |
| Atmosfera          | 0,001 %  |
| Águas subterrâneas | 0,590 %  |

**A água potável não estará disponível infinitamente. Ela é um recurso limitado.**



Utilização doméstica da água, por agregado familiar, num país desenvolvido



### Funcionamento de uma ETAR

A — Os esgotos e as águas residuais entram na ETAR por coletores e passam por uma rede onde são retirados os sólidos que a seguir são enviados para um aterro sanitário.

B — A água residual passa, depois por duas unidades de tratamento onde são retiradas as areias, os óleos e as gorduras.

C — Por decantação e filtração retiram-se as pequenas partículas sólidas ainda presentes, que ficam no fundo do tanque, enquanto a parte líquida se escoia junto da superfície.

D — As impurezas que resistiram aos tratamentos anteriores vão ser decompostas por bactérias benígnas e transformadas em lamas que se acumulam no fundo, permitindo, assim, nova decantação.

E — Finalmente, a água é submetida a uma desinfecção por meio de radiações (ultravioletas) de modo a serem eliminados os micróbios que possam ainda existir, tornando-a menos impura.

O ciclo da água



## Thomas Edison

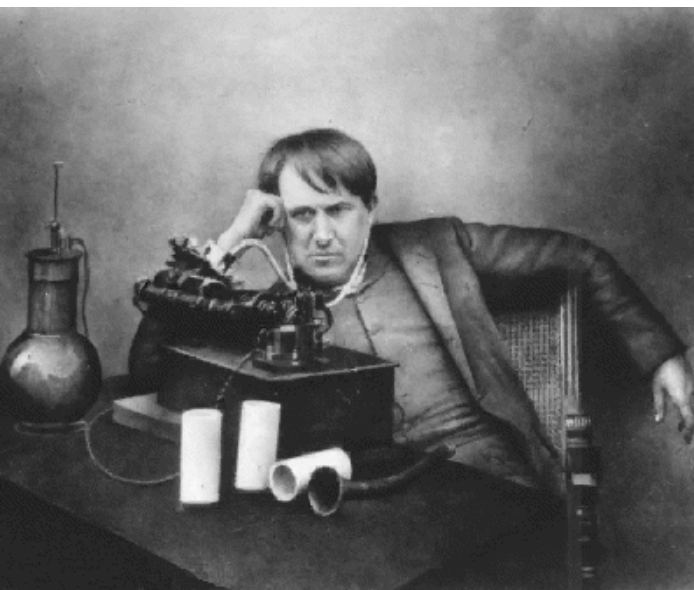
Thomas Alva Edison nasceu no dia 11 de Fevereiro de 1847, no seio de uma família de classe média de Milan, Ohio, EUA. Quando tinha sete anos a família mudou-se para Port Huron, Michigan, EUA. Devido à sua dificuldade em concentrar-se e às perguntas insistentes que faziam irritar o professor, saiu da escola 12 semanas depois do início das aulas. A educação do pequeno Thomas ficou a cargo da sua mãe, permitindo-lhe então orientar os seus próprios estudos. Incentivado pela mãe, montou um laboratório no seu quarto, onde fazia experiências que, por vezes, abanavam a casa.

Para conseguir mais dinheiro para as suas experiências, deixou definitivamente a escola aos 12 anos — até porque nem ouvia bem o professor — e começou a trabalhar. Arranjou um emprego como arдина no comboio que fazia a ligação entre Port Huron e Detroit. Além dos jornais vendia sanduíches, doces e fruta aos passageiros. O guarda da estação tinha-lhe autorizado a guardar os doces e os jornais num vagão vazio; a pouco e pouco Edison mudou o seu laboratório também para lá... até ao dia em que houve um incêndio na carruagem! Durante este período, a surdez de Edison tornou-se evidente.

Edison desenvolveu um grande interesse por telegrafia. [Mais tarde até deu as alcunhas de «Dot» (ponto) à filha e «Dash» (traço) ao filho]. Depois de algumas aulas tornou-se telegrafista na sua terra natal. Mas como já fizera no seu vagão-laboratório, quase fez explodir o gabinete onde trabalhava. Durante os cinco anos seguintes, o jovem Thomas trabalhou por toda a parte.

Num dos seus muitos empregos trabalhava à noite. E tinha que enviar um sinal para a central para mostrar que estava acordado. Edison inventou um sistema que, de hora a hora, enviava automaticamente um sinal, permitindo-lhe dedicar-se a outras actividades, tais como dormir! Um dos seus primeiros inventos foi uma ratoeira eléctrica que ele utilizava para caçar os ratos que populavam o seu quarto de pensão.

Em 1869 mudou-se para Nova Iorque com a intenção de se estabelecer como inventor independente. Quando chegou, estava esfomeado e sem dinheiro, mas a reparação de um indicador de preços na bolsa de Wall Street valeu-lhe um

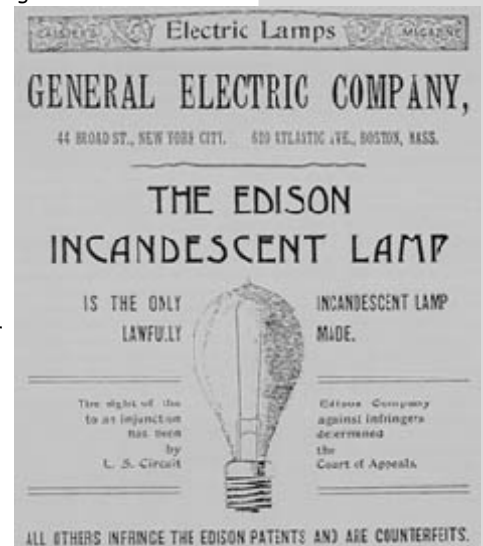


**«Génio é um por cento inspiração, e noventa e nove por cento transpiração. Como resultado, um génio é usualmente uma pessoa talentosa que apenas fez todos os seus trabalhos de casa.»**

contrato com a Western Union. Este trabalho permitiu-lhe estabelecer-se por conta própria em Newark. Nesta altura casou-se com uma das suas empregadas, Mary Stilwell — segundo a história, logo após o casamento, foi directamente para a oficina, de onde só voltou a altas horas!...

Em 1876, Edison decidiu mudar-se para Melo Park, New Jersey, onde montou uma «fábrica de inventos». No ano seguinte, desenvolveu o fonógrafo e o transmissor de carbono para telefones. Edison tinha verificado que se falasse para um diafragma (disco fino) onde estava montado um estilete, este deixava marcas num pedaço de papel «couché». E se puxasse novamente o papel sob o estilete, produzia-se som. Após profundo desenvolvimento, o fonógrafo funcionava do seguinte modo: a voz do utilizador fazia vibrar o diafragma de gravação, enquanto o cilindro coberto com papel de estanho ia girando sob a agulha do diafragma, este fazendo cortes na folha de estanho que variavam conforme o som. Quando a gravação estava completa, a agulha era substituída por outra, e, girando novamente o cilindro, a máquina reproduzia as palavras.

Este invento deu-lhe fama e reconhecimento mundial. Pouco depois da invenção do fonógrafo, Edison iniciou um projecto muito mais audacioso — a lâmpada eléctrica. Testou diversos filamentos na lâmpada, com o objectivo de encontrar um que se inflamasse e brilhasse sem se derreter, quando a electricidade passasse através dele. Optou, então, pelo algodão enrolado em carbono. Encerrou o filamento num globo de vidro de onde retirou todo o ar, de forma a criar vácuo. Esta lâmpada funcionou durante 40 horas e foi um sucesso!! Outros inventores tentaram igualmente criar uma lâmpada, mas apenas brilhava por alguns minutos. O seu objectivo final com esta invenção era iluminar Nova Iorque: tinha a ideia que as casas que usassem energia eléctrica ficassem ligadas a uma central eléctrica através de fios de cobre.



A instalação eléctrica foi feita num circuito fechado em que a corrente circulava simultaneamente em dois sentidos, pondo os elementos do circuito em paralelo. Assim, fundindo-se uma lâmpada, as outras ficavam acesas. Quando inaugurou o primeiro serviço de distribuição eléctrica instalado na cidade de Nova Iorque, em 1882, contava com 85 utilizadores.

Mais tarde adaptou o invento da lâmpada para desenvolver o comboio eléctrico, e fundou os caminhos de ferro eléctricos da América. Em 1887 abriu um laboratório em West Orange, New Jersey. Aqui criou a sua câmara e o projector para filmes animados, no ano de 1891.

Edison morreu em Outubro de 1931. A América homenageou-o, apagando todas as luzes por alguns momentos. A Thomas Edison são atribuídas mais de 1000 patentes, tornando-o no maior inventor de todos os tempos!



### O som

Nesta secção vamos ter artigos que explicam os fundamentos científicos da Música.

A Música é uma forma de arte que se serve do som como meio de expressão. Pode haver quem pense que a Arte e a Ciência são coisas que não têm nada a ver. Isso é completamente falso, como vamos descobrir!

#### O que é o som

Um som é uma *vibração* de um meio material. Os sons que nos chegam aos ouvidos são normalmente transmitidos pelo ar, que é portanto o meio material que vibra a maior parte das vezes aos nossos ouvidos. Mas se estivermos debaixo de água, já é a água o meio material que vibra aos nossos ouvidos... Porém, também as paredes, portas e janelas vibram (e a prova disso é que o som passa através delas, mesmo que atenuado), e também vibram os outros meios materiais que nos rodeiam (uns mais, outros menos).

#### Vibrações do ar

Consideremos o caso do ar. O ar está a uma pressão que anda à roda de 101325 Pa. (Essa pressão é aquela a que se chama uma atmosfera. Mas pode variar, como é do conhecimento comum. Como regra geral, se o tempo está mau, a pressão baixa, e se o tempo está bom, a pressão sobe. Como não custa a perceber à força de ver boletins meteorológicos, a pressão atmosférica é uma das principais variáveis que se usa para prever o tempo.) Ora, quando há um som no ar, isto é, uma vibração, a pressão atmosférica *oscila* em torno do valor médio.

Isso é o que está representado na Figura 1. Aí vemos qual o valor da pressão atmosférica, num dado ponto qualquer do espaço, ao longo do tempo.

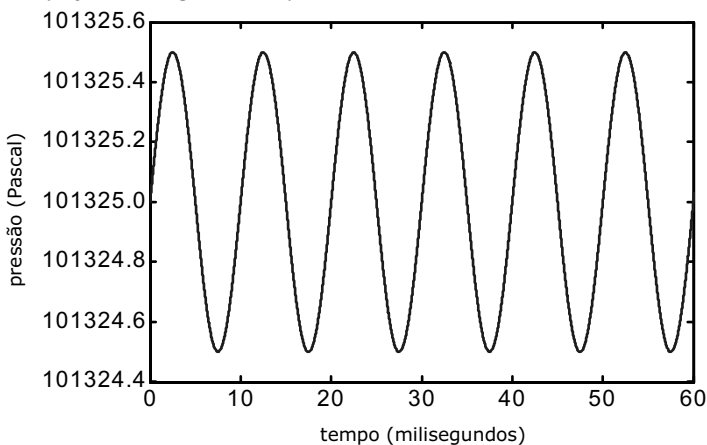


Figura 1 — O som que nos atinge os ouvidos é uma oscilação da pressão atmosférica.

#### A frequência

A oscilação da Figura 1 *repete-se* todos os 10 milissegundos. Isso quer dizer que, num segundo, há 100 oscilações (basta fazer uma regra de três simples!). Diz-se, portanto, que esse som tem um *período* de 10 ms, e uma *frequência* de 100 oscilações por segundo, ou de 100 Hz. Hz é o símbolo de Hertz, que é uma unidade do Sistema Internacional de unidades que é igual a 1/s (o inverso do segundo).

#### A altura dos sons

Os sons de frequência baixa dizem-se graves; os de frequência

elevada dizem-se agudos.

Em Música, chama-se a esta propriedade dos sons, que permite distinguir os graves dos agudos, a *altura dos sons*. (Isto é portanto apenas um nome diferente para aquilo a que em Física chamamos a frequência de um som.)

#### O ouvido humano

O ouvido humano não ouve sons muito graves nem muito agudos. Uma pessoa normal não consegue ouvir sons mais graves que 20 Hz, nem mais agudos que 20000 Hz.

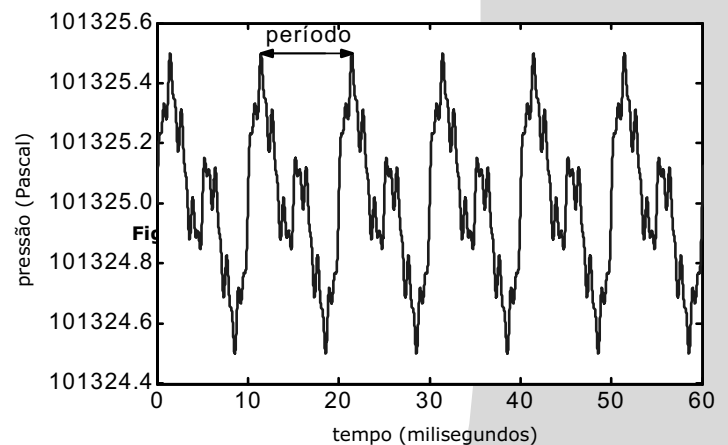
Ir a discotecas onde o som está muito alto, ou usar *headphones* (vulgo auriculares) com a música muito alta também, são coisas que destroem a capacidade auditiva. A Força Aérea Portuguesa até já teve de baixar o grau de exigência dos testes de capacidade auditiva de quem quer ser piloto, porque como hoje em dia está na moda ouvir música alto o pessoal que por lá vai aparecendo é cada vez mais surdo. Não é infelizmente raro haver quem não ouça acima dos 15000 Hz ou até mesmo dos 10000 Hz. E isto com menos de 20 anos...

#### Mais sobre frequência

Normalmente as vibrações não são tão simples como aquela da Figura 1. Aqui temos uma mais complicada, produzida por uma flauta transversal:



Figura 3 — Flauta transversal.



Seja como for, a vibração continua a repetir-se periodicamente, e continua a ser possível definir um período e uma frequência.

#### Cenas do próximo capítulo

No próximo artigo vamos ver quais é que são as frequências dos sons que se usam na Música.

#### Se queres saber mais...

Se entretanto quiseres saber mais, podes ir a <http://www.du.edu/~jcalvert/waves/wavhom.htm> que é uma página onde há imensa informação sobre ondas, movimentos oscilatórios e acústica (entre a qual alguma que também poderás ler no próximo artigo...).



# O Universo e tudo o resto

por José Raeiro

## O Senso comum na Astronomia

Alguma vez já juraste a pés juntos que alguma coisa era verdadeira, só por teres ouvido alguém a dizer que era, ou por teres quase a certeza mesmo sem saberes ao certo? Pois é, na Astronomia acontece muitas vezes que essas ideias são erradas e até mesmo absurdas. A ajudar à festa temos muitas vezes as televisões e os jornais a afirmarem coisas completamente erradas ou às vezes já ultrapassadas.

Quando olhas para o céu o que vês? Se fores a caminhar e a olhar para o céu ao mesmo tempo arriscas-te a ver de repente o chão a menos de 5 cm, por isso tem cuidado! Durante o dia o Sol domina o céu. Nunca debes olhar directamente para o Sol, porque podes fazer lesões irreversíveis no olhos!!! E o Sol? Está parado? Está em movimento? Pois é, devido ao movimento de rotação da Terra, temos a ilusão que o Sol se desloca no céu. Esta ideia errada foi aceite durante mais de 2000 anos!! Os astrónomos pensavam que era o Sol que rodava à volta da Terra... Às vezes pensamos saber alguma coisa, quando estamos completamente errados. Se formos muitos a estarmos errados (e não formos especialistas na matéria) nascem então os erros de senso comum.

Vamos então ver alguns dos erros que muita gente pensa não cometer...

### 1 — A estrela polar é a estrela mais brilhante do Céu?

NÃO! A estrela polar é conhecida por estar muito perto do pólo Norte celeste (um ponto imaginário na esfera celeste que fica na direcção do eixo imaginário de rotação da Terra por cima do pólo Norte terrestre). Isso dá imenso jeito, porque conhecendo a estrela polar podes ficar a saber para onde é o Norte. Mas atenção, esta não é nem de longe nem de perto a estrela mais brilhante do céu. Há estrelas muito mais brilhantes no céu. Se viveres numa cidade com muita luz nem sequer debes conseguir ver a estrela polar! A estrela polar fica na cauda da constelação da Ursa Menor. Para a encontrares, consulta um bom mapa de céu.



Fotografia da Ursa Menor

### 2 — As marés são SÓ causadas pela gravidade da Lua?

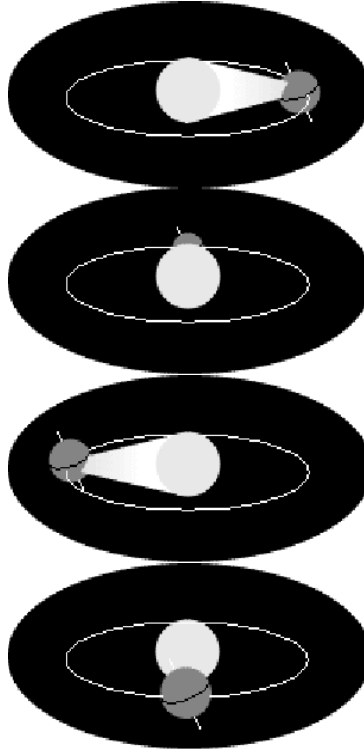
ERRADO!!! As marés são causadas pela influência gravítica da Lua E do Sol!!

Embora a influência do Sol seja fraca... também existe!

### 3 — As estações do ano são causadas pela variação da distância da Terra ao Sol?

NÃO! As estações do ano são causadas pela inclinação do eixo da Terra relativamente à nossa órbita em torno do Sol. Se fossem causadas pela distância ao Sol seria Verão em todo o lado ao mesmo tempo, mas sabemos que isto não é verdade! Devido à inclinação do eixo de rotação da Terra os sítios da Terra onde os raios do Sol incidem directamente variam ao longo do ano, e é isso que causa as estações do ano.

As estações do ano: de cima para baixo, o Verão, o Outono, o Inverno e a Primavera



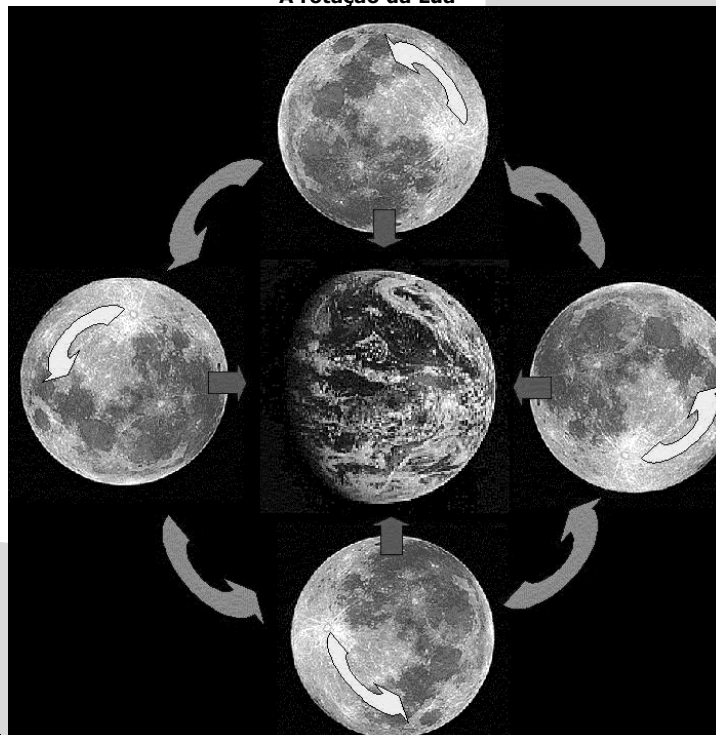
Se é a parte Norte do eixo que está «apontada» para o Sol, então irá ser Verão no Hemisfério Norte (o nosso) e Inverno no Hemisfério Sul. Para nós, uma consequência disto é que o Sol aparece mais alto no céu! Portanto apanhamos com raios mais fortes que nos aquecem mais, e os dias também são mais longos, pelo que aquecemos durante mais tempo.

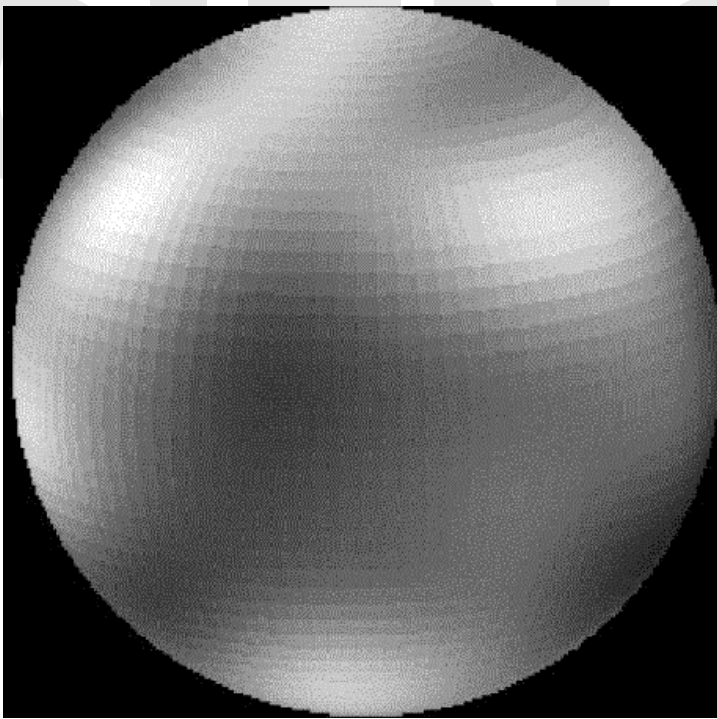
Se é a parte Sul do eixo que está «apontada» para o Sol, então é Verão no Hemisfério Sul e Inverno no Hemisfério Norte. Para nós, que vivemos no Hemisfério Norte, os dias são mais curtos, e os raios do Sol são mais inclinados, pelo que não são tão concentrados, logo, fica mais frio. Mas no Brasil, por exemplo, é Verão.

### 4 — A Lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra porque não tem movimento de rotação...

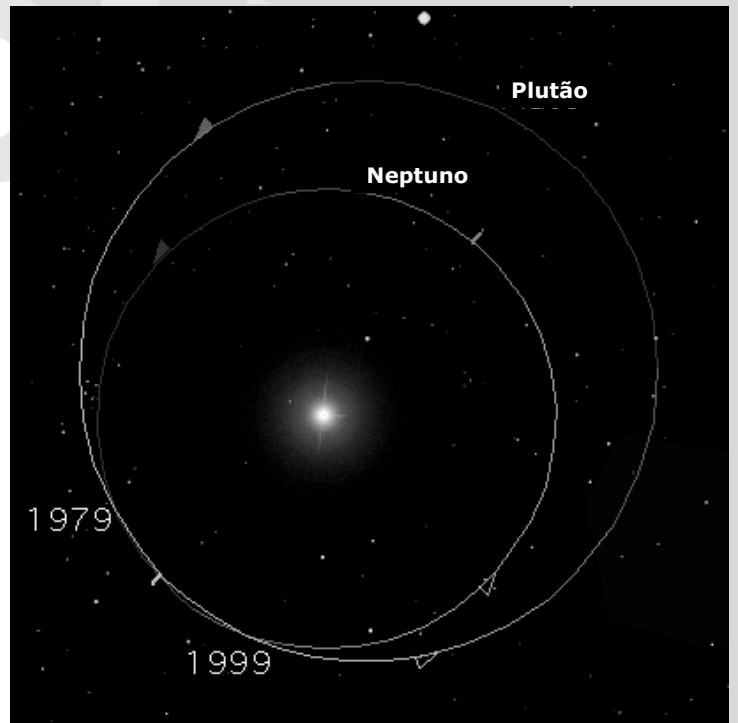
ERRADO!! Ora, se a Lua roda à volta da Terra e tem sempre a mesma face virada para nós, ela tem de rodar sobre ela própria! Senão víamos sempre partes diferentes da Lua. Se numa rotunda o condutor de um automóvel não virar a direcção, e consequentemente obrigar o carro a mudar a trajectória, arrisca-se a meter-se em despesas. Se o condutor se puser às voltas na rotunda indeciso sobre que caminho irá tomar (que em Portugal com a excelente sinalização das estradas deve acontecer muitas vezes) e se estiver alguém mesmo no meio da rotunda, essa pessoa vê sempre o mesmo lado do carro (o esquerdo). Agora imagina um eixo a passar pelo meio do carro. O carro ao andar na rotunda está a rodar sobre esse eixo? Claro que está! Senão ia sempre em frente, galgava o passeio e causava um acidente. A prova disto é que quem estiver de fora

A rotação da Lua





Fotografia de Plutão



Órbita de Plutão; para lá desta fica a cintura de Kuiper

da rotunda está sempre a ver o carro de vários ângulos, o que não acontecia se o carro não rodasse sobre o seu eixo. Com a Lua e a Terra acontece o mesmo. A Lua é o carro, a pessoa no meio da rotunda é uma pessoa que está na Terra, e a pessoa de fora da rotunda pode ser, por exemplo, o Sol. A Lua tem movimento de rotação — por isso é que tem sempre a mesma face virada para nós.

Outra expressão errada é «o lado negro da Lua». Isso não existe. Na Lua há dias e noites em todo lado como cá na Terra, porque o Sol é a tal pessoa fora da rotunda. Está sempre a ver (a iluminar) zonas diferentes da Lua.

#### 5 — O Sistema Solar tem nove planetas?

ERRADO! Plutão não é um planeta. No sistema solar há dois tipos de planetas: os mais pequenos que são sólidos e estão perto do Sol (interiores) e os gigantes gasosos (exteriores) que estão mais longe do Sol.

Plutão é de todos o que está mais longe do Sol, logo deveria ser gasoso, mas não o é. Em 1992, foi observado pela primeira vez um objecto da cintura de Kupier, uma cintura de asteróides que fica para lá de Neptuno. A composição desses corpos é na maior parte rochas e de gelo. Exactamente como Plutão é. E Plutão onde fica? Para lá de Neptuno também.

Outro problema em relação a Plutão é a sua órbita. Além de ser muito mais excêntrica que a de todos os planetas também tem uma inclinação de longe superior à de todos os planetas. Enquanto que todos os planetas rodam praticamente no mesmo plano, Plutão roda noutra plano completamente diferente. Logo, é um caso à parte. Isto diz-nos que plutão não se formou em


**Às vezes aparecem pessoas a dizer que certa coisa está cientificamente provada. Quando ouvirem esta frase, fujam a sete pés! Normalmente são pessoas interessadas em ganhar dinheiro ou em coisas ainda menos nobres.**

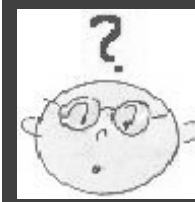
conjunto com os outros planetas.

E em relação ao tamanho? Plutão quando muito poderia ser uma lua de um planeta. Mas não o é. Mais uma vez, Plutão apresenta um tamanho mais próximo dos asteróides da cintura de Kupier do que de um planeta.

Tudo isto nos leva a concluir que Plutão, se fosse descoberto hoje, seria considerado um asteróide da cintura de Kupier, que foi capturado pela gravidade do Sol. Por isso parece um planeta. Apesar de ser considerado um planeta, hoje em dia, quase todos os astrónomos acham que Plutão não é um planeta, mas sim um asteróide.

Estes são alguns dos erros mais comuns na Astronomia. Mas há muitos mais, na Ciência em geral! Às vezes aparecem pessoas a dizer que certa coisa está cientificamente provada. Quando ouvirem esta frase, fujam

a sete pés! Normalmente são pessoas interessadas em ganhar dinheiro ou em coisas ainda menos nobres. O verdadeiro espírito do cientista é pôr constantemente tudo em causa. Assim se faz Ciência! 



**Tens dúvidas acerca do Universo? Quem caiu primeiro? A maçã ou o Newton? Pergunta a um astrónomo!**  
**cienciaj@ajc.pt**

Uma publicação da



Associação Juvenil de Ciência

Com o apoio de



Instituto  
Português  
da Juventude



Editorial do  
Ministério da  
Educação

**FCT**

Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Apoio do Programa Operacional  
Ciência, Tecnologia, Inovação  
do Quadro Comunitário de  
Apoio III



FUNDAÇÃO para a DIVULGAÇÃO  
das TECNOLOGIAS de INFORMAÇÃO

