

Gazeta de

Física

Um século de quanta

As Ciências Físicas em Coimbra
de 1850 a 1900

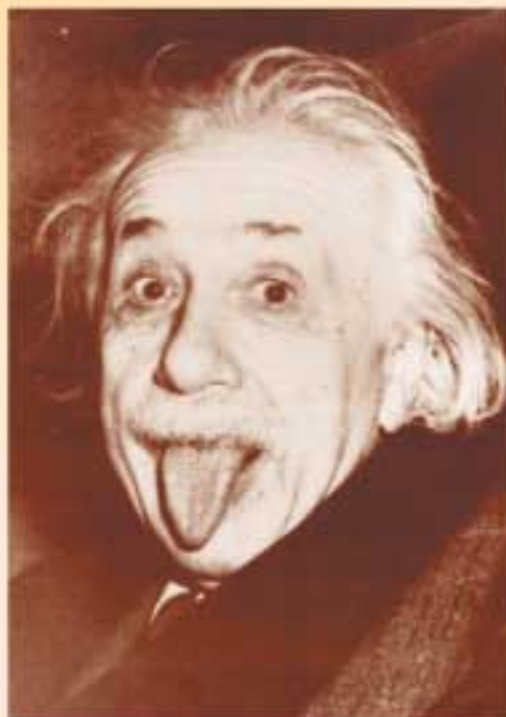
**"Métodos futuros da Biologia serão
desenvolvidos por físicos"**

Entrevista com Leonor Cruzeiro-Hansson

OLIMPIÁDAS DE FÍSICA

2000 / 2001

PARTICIPA!
A FÍSICA



É DIVERTIDA!

Escalão A: alunos do 9º ano

Escalão B: alunos do 11º ano


Prova regional: 12 de Maio de 2001

Prova nacional: 22 e 23 de Junho de 2001

Apuramento para:

Olimpiada Internacional de Física: Indonésia, Julho 2002

Olimpiada Ibero-americana de Física: Guatemala, Setembro 2002

 **spf** SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

Apoios: Ministério da Educação e Ministério da Ciência e da Tecnologia





Gazeta de Física Vol. 23 (2000) Fasc. 4

Director Carlos Fiolhais
Editor Carlos Pessoa

Correspondentes Paulo Crawford (Lisboa),
Rui Ferreira Marques (Coimbra) e Fátima Pinheiro
(Porto).

Colaboraram ainda neste número

António Sá Fonseca, Augusto Barroso, Célia de
Sousa, Elsa Diogo, Eduardo Lage, Fernando Nogueira,
João da Providência Jr., João Tremeço, João Paiva,
José António Paixão, José Urbano, Manuel Fiolhais,
Manuel Paiva, Maria Salette Leite

Secretariado Maria José Couceiro da Costa (Lisboa)
e Carolina Borges Simões (Coimbra).

Design Lupa, R. da Graça, 140- 2º 1170-171 Lisboa
E-mail lupa@esoterica.pt
Pré-impressão e Impressão
Textype Artes Gráficas Lda.
Tiragem 2500 exemplares

Preços Número avulso 750\$00 (inclui IVA), ou 3,74 €.
Assinatura anual: 2.700\$00 (inclui IVA), ou 13,47 €.
A assinatura é grátis para os sócios da SPF.

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

Administração e Redacção

Avenida da República, 37-4º 1050-187 Lisboa
Tel. 21 799 36 65; Fax 21 795 23 49

ISSN 0367-3561

Registo DGCS nº 107280 de 13/5/80

Depósito Legal nº 51419/91

Publicação Trimestral

Publicação subsidiada pela Fundação para a Ciência
e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia
e pelo Departamento de Ensino Secundário do
Ministério da Educação.

A Gazeta de Física publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Deverá constituir também um espaço de informação para a actividade da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da SPF.

Os manuscritos devem ser submetidos em duplicado, dactilografados em folhas A4 a dois espaços (máximo equivalente a 3500 palavras ou 17500 caracteres, incluindo figuras, sendo que uma figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve(m) ser indicado(s) o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores, assim como o endereço electrónico para eventual contacto. Agradece-se o envio dos textos em disquete, de preferência "Word" para Macintosh ou PC. Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução, e nos formatos electrónicos jpg, gif ou eps.

nota de abertura

A Física a caminho da "desertificação"?

Quando a maioria dos alunos do 12º ano concluem uma disciplina como a Física com nota negativa, é caso para dizer que algo vai mal no reino de Portugal. E quando se constata, com o apoio de outros números oficiais, que a Física só é opção para um número cada vez mais reduzido de estudantes, é caso para nos interrogarmos, com preocupação, acerca do futuro que está reservado a este país no concerto das nações.

A leitura da entrevista que fizemos com o Prémio Nobel da Física Leon Lederman, por seu lado, tem a grande virtude de reforçar essa inquietação: pois não diz ele que a ciência e a educação são as duas faces de uma mesma moeda? E que não há futuro no "mundo novo" para os cidadãos que sejam amputados, desde a mais tenra idade, dessa dimensão total por que ele vem pugnando há muitos anos? Lederman dá-nos bons exemplos da introdução da ciência no jardim de infância nomeadamente através de gomas coloridas, o motivo que nos serviu para a presente capa.

Felizmente, há cientistas portugueses como Manuel Paiva, de quem publicamos neste número um artigo que reflecte a sua importante experiência de investigação no campo da Física Biomédica, que se têm preocupado com a ciência e com a educação científica.

Por fim, mas não menos interessante, é o artigo de João Tremeço e Célia de Sousa, onde os autores questionam a ideia, profunda-

mente arraigada em alguns manuais escolares, de que é possível analisar situações da vida prática usando o conceito de ponto material. Nesta última edição do ano 2000 da "Gazeta", os leitores encontrarão ainda as habituais secções - das notícias da Sociedade Portuguesa de Física aos livros e multimédia, passando pela Física em Portugal e no mundo, Olimpíadas de Física e um artigo de opinião de António Fonseca sobre o Instituto de Tecnologia Nuclear. Nessas secções habituais fazemos duas referências especiais: uma para a cobertura do encontro "Física 2000" realizado na Figueira da Foz e outra para o espaço de livros e multimédia (também revistas desta vez).

Boas Festas e melhor leitura!

índice

artigos	
O que é a Física Biomédica?	4
<i>Manuel Paiva</i>	
Sobre alguns problemas de Mecânica do 10º ano	10
<i>João J. Tremeço</i> <i>Célia A. de Sousa</i>	
Acesso aos cursos de Física e Engenharia Física: a caminho da "desertificação"?	16
<i>Carlos Pessoa</i>	
entrevista	
"É preciso casar a educação com a ciência"	20
Entrevista com Leon Lederman <i>Carlos Fiolhais e Carlos Pessoa</i>	
notícias	
Física em Portugal	24
Física no Mundo	26
Sociedade Portuguesa de Física	32
Olimpíadas de Física	36
livros e multimédia	39
opinião	43
índice bienal	45

O que é a Física

*Manuel Paiva**



Astronauta John Glenn no decorrer da missão espacial STS-95, equipado para a monitorização da respiração durante o sono. Diversos sensores registam o comportamento do sistema respiratório e cardiovascular, em paralelo com medidas de actividade cerebral e muscular.

Fotografia: NASA.

Biomédica?

O que é a Física Biomédica? Uma definição, no sentido habitual duma disciplina, não é fácil, pois não é evidente delimitar fronteiras. Trata-se sobretudo de aplicar a metodologia das ciências físicas ao funcionamento de seres vivos, em particular do corpo humano. Tentarei ilustrar a Física Biomédica por um exemplo: o estudo do transporte de gases no pulmão.

Há quem diga que a fisiologia é a física dos seres vivos, e os investigadores no domínio da Física Biomédica são, em geral, físicos ou engenheiros que tentam resolver problemas de fisiologia.

Os fisiologistas tradicionais tiveram primeiro uma formação biomédica. Esta diferença é importante, pois creio que há conceitos da Física e certas técnicas matemáticas que são mais difíceis de assimilar depois de uma certa idade.



Nas universidades norte-americanas existem departamentos de *Bioengineering*, mas a estrutura do ensino universitário é muito menos compartimentalizada do que na Europa.

No entanto, nesses departamentos, as colaborações são principalmente na fronteira entre as engenharias e as ciências médicas, com uma componente instrumental importante.

O físico, pela sua formação, tem mais tendência em aplicar, quando possível, os princípios básicos. O exemplo que vou dar mostra o tipo de problemas que podem ser considerados de Física Biomédica e está ligado à investigação que tenho feito no domínio do transporte de gases no pulmão.

Durante a Segunda Guerra Mundial, a construção de aviões capazes de voar cada vez a maior altitude e de produzir acelerações centrípetas elevadas exigiu novos conhecimentos no domínio da fisiologia respiratória.

A respiração foi então investigada numa perspectiva quantitativa, o que careceu de aplicações múltiplas da Física. Esses estudos estão na base do desenvolvimento da

fisiologia respiratória moderna que os médicos devem aplicar quando interpretam os testes habituais de pneumonologia. As experiências de fisiologia realizadas hoje no espaço [1] estão provavelmente a desempenhar o mesmo papel estimulante do progresso científico. Uma grande parte da investigação do nosso laboratório é ligada à compreensão do funcionamento do sistema respiratório em imponderabilidade. A missão STS-95 do vaivém espacial no fim de 1998 foi a nossa sétima missão espacial, mas cativou particularmente o interesse do público pela participação de um astronauta com 77 anos de idade. Para o nosso laboratório, tratava-se sobretudo de estudar a respiração durante o sono de dois astronautas – Chiaki Mukai e John Glenn –, que utilizaram um aparelho cujos primeiros exemplares foram construídos com a nossa colaboração e que já voaram, sem problemas, em três missões. Um deles desintegrar-se-á brevemente com a estação Mir ou terminará a sua existência no fundo do Oceano Pacífico. Mas, para chegar ao espaço, um longo caminho foi percorrido.

No princípio dos anos 60, um médico cubano de génio,

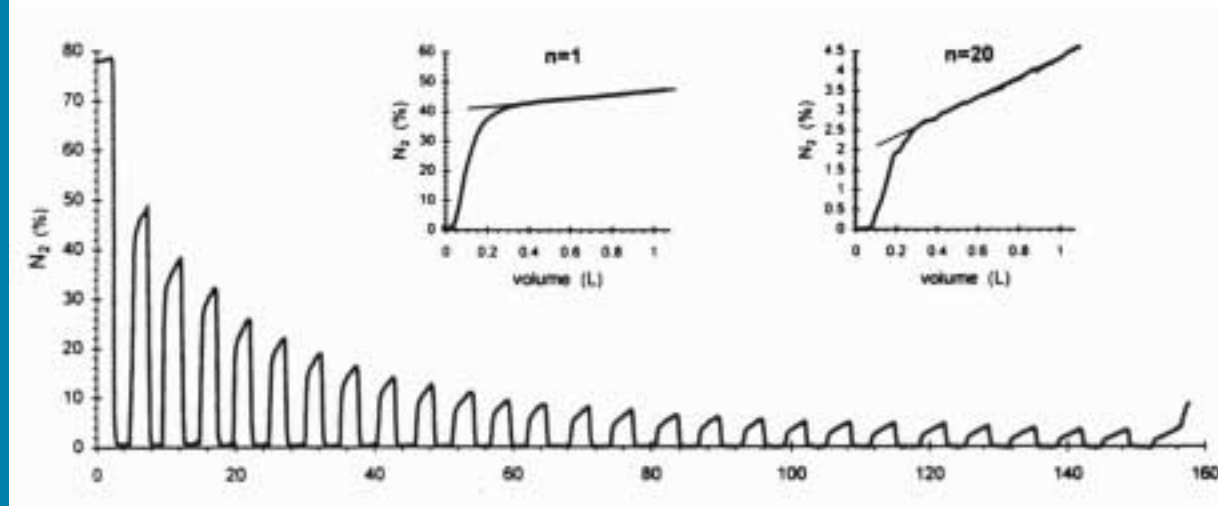


Fig. 1. MBW: Concentração de N_2 em função do tempo, durante 26 expirações de um litro (curva inferior) que seguem a inspiração de O_2 . A primeira e a vigésima expirações são representadas em função do volume expirado (curvas superiores).

Domingo Gómez, começou a utilizar, em colaboração com André Cournaud (Prémio Nobel da Fisiologia e Medicina em 1956), um teste muito simples para compreender como os gases se misturam no pulmão: chama-se *Multiple-Breath Washout* (MBW) e consiste, em geral, em fazer respirar oxigénio e em medir a concentração de azoto até quase esvaziar o pulmão deste gás (Fig. 1). Um anatomista suíço, Ewald Weibel, foi trabalhar no mesmo grupo e estabeleceu o primeiro modelo quantitativo da árvore brônquica pulmonar. Estavam estabelecidas as bases que iriam permitir um estudo quantitativo do transporte de gases no pulmão, isto é, elaborar um modelo matemático, sob a forma de um programa de computador, que simula os resultados experimentais. Um modelo realista deveria produzir uma curva simulada semelhante à curva experimental da Fig. 1. Durante cada expiração (n), a parte linear da curva permite calcular dN_2/dV .

O único parâmetro pelo qual nos vamos interessar será $S_n = (dN_2/dV) / \bar{N}_2$, onde \bar{N}_2 é a concentração média de azoto durante a mesma expiração.

Mesmo se a descrição precedente corresponde à atitude científica habitual face a um problema, a anedota que se segue é exemplar de certos mal-entendidos que podem existir na colaboração entre médicos e físicos: em 1968, um médico deu-me uma curva experimental dum MBW para analisar, esperando que em breve respondesse à seguinte pergunta: como é que uma molécula de oxigénio chega aos capilares pulmonares? Trinta e dois anos depois, começo a ter o princípio da resposta, graças ao trabalho de muitos investigadores neste domínio [3] e a experiências realizadas em condições un usuais, incluindo a imponderabilidade! Porque é que isto não é assim tão simples? Primeiro, porque há cerca de 2^{24} tubos num pulmão humano! Segundo, porque o que se passa em

cada um dos tubos não é independente do que se passa nos outros e, finalmente, as equações de transporte que descrevem processos de difusão e convecção não são das mais fáceis de resolver, havendo instabilidades nas resoluções numéricas. Portanto, é um problema interessante para os físicos!

Os físicos resolvem, muitas vezes de uma maneira exacta, problemas que estão bem longe da realidade. No caso do transporte em tubos, o problema deixa, em geral, de ter soluções exactas desde que aparece uma bifurcação. Ora, se o pulmão tivesse uma estrutura simétrica de brônquios, a 2^{24} brônquios corresponderiam 2^{23} bifurcações! Mesmo num simples tubo de secção circular, a descrição exacta do transporte por difusão e convecção necessitaria a resolução duma equação às derivadas parciais no espaço tridimensional. No entanto, Taylor mostrou [4] que é possível descrever a dispersão axial (uma dimensão) de dois gases de coeficiente de difusão mútuo D , no caso dum escoamento laminar, se a condição

$$\frac{4L}{r} \gg \frac{\bar{u}r}{D} \quad (1)$$

for respeitada (\bar{u} é a velocidade média; L e r são o comprimento e o raio do tubo). Neste caso, a equação de difusão é

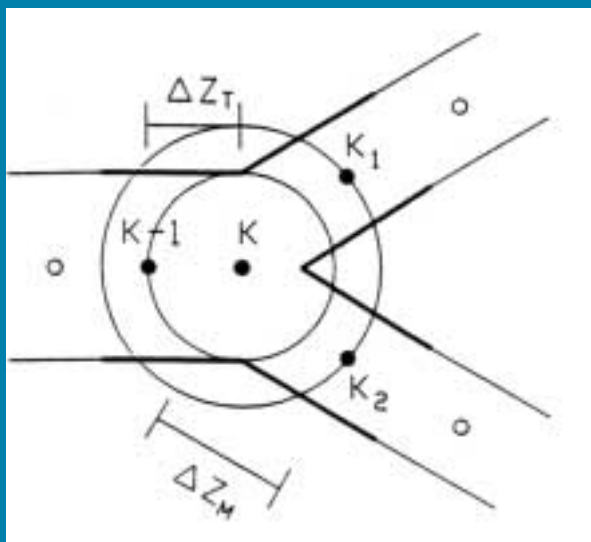
$$\frac{\partial C}{\partial t} = K \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} \quad (2)$$

com

$$K = D + \frac{r^2 \bar{u}^2}{48D} \quad (3)$$

C é a concentração (é habitual utilizar concentrações

Fig. 2. Esquema de bifurcação.



fracionárias variando entre 0 e 1 e considerar só dois gases). A passagem a concentrações reais é simples, pois a variação de pressão no pulmão é desprezável em relação à pressão atmosférica. Qualquer descrição do transporte em tubos, utilizando uma dimensão (axial), implica que se possa considerar a difusão radial como instantânea, com um coeficiente de dispersão axial $K \geq D$ e uma convecção do tipo pistão (gradiente radial de velocidade nulo, ou $u = \bar{u}$). Mesmo que esta hipótese pareça inadequada, tendo em conta a complexidade dos mecanismos de transporte, os trabalhos efectuados neste domínio mostraram a sua validade [5]. Há duas razões principais: 1) nas primeiras gerações pulmonares os processos de “mistura convectiva” (todos os processos, excepto a difusão, implicados na transferência irreversível de matéria) podem ser descritos por um coeficiente fenomenológico K , calculado empiricamente a partir de experiências que utilizam modelos (moldes de pulmão); e 2) nas últimas gerações pulmonares a condição (1) é verificada.

A maior parte dos modelos publicados nos anos 70 [6] eram baseados em equações do tipo difusão (Eq. 2) que se obtêm a partir do cálculo da conservação de matéria num elemento de volume e do fluxo de matéria (ϕ_D) dado pela lei de Fick

$$\phi_D = -D \frac{\partial C}{\partial x} \quad (4)$$

Tais modelos são apropriados para descrever o transporte em estruturas simétricas, mas inadequados desde que uma bifurcação origine dois tubos de secção diferente ou onde a velocidade é diferente. O cálculo da conservação de massa numa bifurcação (Fig. 2) permite explicar a razão:

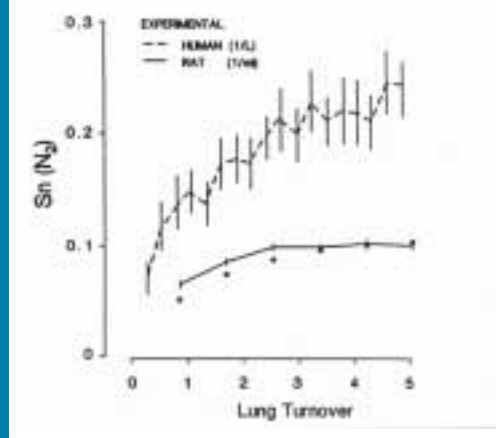


Fig. 3. S_n em função do volume expirado dividido pelo volume do pulmão no fim de cada expiração (*Lung Turnover*). Os círculos são os resultados das simulações para o rato.

é necessário introduzir, em cada tubo, fluxos de difusão (Eq. 4) e de convecção ($\phi_C = C \bar{u}$), o que conduz a duas equações diferenciais para cada bifurcação (uma correspondendo à inspiração, outra à expiração) cuja forma explícita é bastante longa (discretização espacial variável e estrutura dependente do tempo), mas que se encontram na Ref. [7]. Para cada tipo de experiência, determinam-se as condições iniciais e os limites apropriados e deixa-se trabalhar o computador.

O rato é o mamífero no qual os dados anatómicos são melhor conhecidos e onde os valores de S_n medidos a partir de MBW (concentração de N_2) experimentais e simulados puderam ser comparados. Os primeiros resultados foram publicados em 1993 e obtidos com um supercomputador CRAY X-MP/14, a partir dum modelo de 16 758 bifurcações. A Fig. 3 mostra S_n para cada expiração. *Lung Turnover* é o quociente entre o volume de O_2 inspirado e o volume do pulmão no fim de cada expiração, o que permite comparar resultados experimentais do homem (tracejado) e do rato (contínuo), para volumes do pulmão que diferem de três ordens de grandeza. As barras verticais correspondem a desvios padrão para os pulmões de ratos e a erros padrão (6 sujeitos) para humanos. Os círculos a cheio são o resultado das simulações.

A comparação entre simulação e experiência da Fig. 3 contém uma mensagem importante no domínio da modelização de sistemas biomédicos: as simulações foram feitas sem que houvesse qualquer ajuste de parâmetros do modelo. Por consequência, é altamente improvável que o acordo obtido seja fortuito e o modelo deve descrever de maneira realista o transporte dos gases no pulmão de ratos. Infelizmente não existem dados anatómicos suficientemente detalhados do pulmão humano para



permitir o mesmo tipo de simulações. A investigação feita actualmente no nosso laboratório consiste precisamente em tentar calcular a estrutura óptima para a simulação da curva tracejada da Fig. 3. Qualquer que seja o resultado obtido, a interpretação necessitará de uma certa prudência. Com efeito, é possível que ignoremos factores importantes nas simulações forçando artificialmente o modelo a colar à experiência. Tem sido este um dos erros mais frequentes na modelização de sistemas complexos, ilustrado de resto por uma anedota célebre, creio que de Feynman: com quatro parâmetros pode ajustar-se um elefante e com o quinto é possível abanar a cauda...

O mais interessante na modelização que estou a descrever é que ela levou a um resultado inesperado, que parece contradizer a intuição: qualquer gás que penetre por difusão e convecção numa estrutura tubular assimétrica (de volume inicial não nulo e onde esse gás não esteja anteriormente presente) origina uma heterogeneidade de concentrações, mesmo que a estrutura varie de volume de maneira homogénea e isotrópica: consideremos uma bifurcação qualquer (nodo K da Fig. 2), dando origem a duas unidades de volume V_1 e V_2 , isto é, a soma dos volumes de todos os tubos aos quais dão acesso respectivamente os nós K_1 e K_2 . Vejamos primeiro o que se passa na bifurcação da Fig. 2, um tubo dividindo-se em dois, de secções S_1 e S_2 . Consideremos primeiro os dois casos extremos:

- 1) $\phi_D \gg \phi_C$: as diferenças de concentração nas unidades de volume V_1 e V_2 equilibram-se rapidamente por difusão.
- 2) $\phi_C \gg \phi_D$: o gás inspirado entra em cada tubo proporcionalmente aos volumes V_1 e V_2 , o que implica que o aumento da concentração é o mesmo em cada

unidade. Se as concentrações iniciais são diferentes, a diferença diminui.

Quando $\phi_D \approx \phi_C$, os resultados são surpreendentes. Com efeito, o pulmão dos mamíferos tem uma característica de que não conheço nenhum outro caso semelhante: durante a respiração, a velocidade de convecção passa de valores da ordem de 1 m/s na traqueia a zero nas paredes dos alvéolos (cobertas de capilares que as moléculas de O_2 só atingem por difusão). O número (adimensional) de Péclet

$$Pe = \frac{2ru}{D} \quad (5)$$

que é um indicador da importância relativa da convecção e da difusão passa da ordem de 1000 na traqueia até zero nas paredes dos alvéolos.

Como a estrutura do pulmão é assimétrica, os volumes V_1 e V_2 são em geral diferentes e na zona em que $Pe \approx 1$ os produtos $\phi_{D1} S_1$ e $\phi_{D2} S_2$ não são proporcionais a V_1 e V_2 , o que tem como consequência o estabelecimento da heterogeneidade de concentrações. A complexidade da estrutura e a existência de retrodifusão (transporte contra o gradiente de concentração) torna complicada a previsão puramente intuitiva. Estamos mais habituados a processos unicamente difusivos, que uniformizam concentrações.

O processo complica-se durante a expiração, com a inversão das velocidades. É claro que a resolução das equações apropriadas, baseadas na conservação de massa, permite avaliações quantitativas das concentrações.

Portanto, as curvas experimentais das Figs. 1 e 3 são uma consequência dos mecanismos acima descritos e reflectem, se a descrição for correcta, a estrutura do pulmão na zona em que $Pe \approx 1$. No homem, durante a respiração normal, isto corresponde ao que se chamam os bronquíolos respiratórios, que são os primeiros brônquios com alvéolos. O diâmetro destes tubos é da ordem de 0,5 mm e os volumes das unidades de que falámos são da ordem de 0,1 cm³. Portanto, a mensagem principal é que é possível obter uma informação sobre zonas do pulmão extremamente pequenas. Não existe actualmente nenhuma outra técnica que permita obter esta informação *in vivo*, se bem que a utilização combinada de ³He e/ou ¹²⁹Xe hiperpolarizado e de ressonância magnética nuclear esteja a abrir novas perspectivas neste domínio [8].

Uma generalização do MBW consistiu na utilização de gases de massa molecular diferente, sendo os melhores candidatos (biologicamente inertes) o par He-SF₆, em geral com concentrações inspiradas de cerca de 5 por cento. As concentrações expiradas são medidas com um espectrómetro de massa. Como o quociente entre os coeficientes de difusão de He e SF₆ no ar é de 6, os MBW fornecem então uma informação sobre zonas diferentes do pulmão.

O MBW não é (ainda?) um teste corrente em pneu-



* Laboratoire de Physique Biomédicale,
 Université Libre de Bruxelles
 808, Route de Lennik, B-1070 Bruxelas,
 Bélgica
<http://www.lpbm.ulb.ac.be>
 Email: mpaiva@ulb.ac.be

monologia. Uma das razões é a dificuldade em efectuá-lo em pacientes e os aparelhos de medida são delicados. A outra razão é que se imaginava que a deformação do pulmão pelo seu próprio peso tornava a interpretação destes testes muito complicada. Foi esta uma das razões que nos levou a efectuá-los em imponderabilidade [9] e pudemos verificar que tal não era o caso. Claro que é diferente em situações de patologia. Uma das aplicações recentes [2] permitiu localizar o local de acção da histamina e um dos resultados mais interessantes do ponto de vista clínico está talvez ligado à sensibilidade deste tipo de teste para detectar sinais precursoras da rejeição de pulmões transplantados [10].



Conclusões

Escolhi um exemplo para ilustrar a Física Biomédica e seguir o caminho desde uma ideia teórica, com base num modelo, passando pela inevitável comparação com a experiência e terminando em aplicações práticas. Trata-se dum modelo onde foi possível injectar conhecimentos de física e fisiologia, o que nem sempre é viável. Existem outros problemas biomédicos como, por exemplo, o estudo da variabilidade do ritmo cardíaco, que necessita técnicas de análise de sinal e de “caixa negra”. Muitas vezes estas técnicas são complementares. No entanto, para resolver problemas biomédicos é preferível adquirir conhecimentos mínimos sobre o funcionamento pelo menos do órgão que se estuda, e isso só se aprende em contacto com os próprios fisiologistas. Por outro lado, quando as experiências são efectuadas em seres humanos, a única maneira de dominar os dados que se analisam é começar por efectuá-la em si mesmo. Ser cobaia também faz parte da Física Biomédica!

Referências

- [1] White, R. J., "Weightlessness and the human body", Scientific American, Set. 1998, 38-43.
- [2] Verbanck, S., Schuermans, D., Van Muylem, A., Paiva, M., Noppen, M., e Vinken, W., "Ventilation distribution during histamine provocation", Journal Applied Physiology 83, 1907-1916, 1997.
- [3] H. K. Chang and M. Paiva (eds.), "Respiratory Physiology: an Analytical Approach", Marcel Dekker, New York, 1989.
- [4] Taylor, G., "Dispersion of soluble matter in solvent flowing slowly through a tube", Proceedings Royal Society A 219, 186-203, 1953.
- [5] Darquenne, C. e Paiva, M., "Gas and particle transport in the lung". In: "Complexities in Structure and Function of the Lung", M. P. Hlastala and H. T. Robertson (ed.). Marcel Dekker, New York, 297-323, 1998.
- [6] Paiva, M. e Engel, L. A., "Theoretical studies of gas mixing and ventilation distribution in the lung", Physiological Review 67, 750-796, 1987.
- [7] Verbanck, S., Weibel, E.R., e Paiva, M., "Simulations of washout experiments in postmortem rat lungs", Journal Applied Physiology 75, 441-451, 1993.
- [8] Johnson, G.A., Hedlund, L., e MacFall, J., "A new window into the lung", Physics World 11, 35-38, 1998.
- [9] Prisk, G. K., Elliott, A. R., Guy, H. J. B., Verbanck, S., Paiva, M., e West, J. B., "Multiple-breath washin of helium and sulfurhexafluoride in sustained microgravity", Journal Applied Physiology 84, 244-252, 1998.
- [10] Van Muylem, A., Antoine, M., Yernault, J.C., Paiva, M., e Estenne, M., "Inert gas single-breath washout after heart-lung transplantation", American Journal Critical Care Respiratory Medicine 152, 947-952, 1995.

Créditos das figuras

Fig. 1: Ref. [2]. Figs 2 e 3: Ref [7].

Agradecimento

Agradeço ao Rui Carlos Sá pela correcção que fez deste texto.

Sobre alguns problemas de mecânica do 10^o ano



*João J. Tremoço**
*Célia A. de Sousa***

Questionamos a ideia profundamente arraigada em alguns manuais do 10^o ano de escolaridade de que é possível analisar situações da vida prática usando o conceito de ponto material. Referimos alguns exemplos deste procedimento que estão em conflito com conceitos básicos, nomeadamente o conceito de trabalho de uma força. Discutimos a necessidade de reanalisar o conceito de trabalho de modo a resolver essas situações usando uma metodologia fundada nas noções de trabalho e energia. Apresentamos, finalmente, aplicações úteis neste contexto.

A mecânica é uma teoria microscópica uma vez que procura descrever todos os elementos de um sistema. Poderá a Mecânica do ponto material/sistema de partículas explicar, por exemplo, efeitos dissipativos em corpos macroscópicos? Verificámos, após consultar alguns manuais escolares do 10º ano, que esta questão é bastante pertinente. De facto, a este nível tenta-se aplicar a mecânica a situações do quotidiano envolvendo corpos macroscópicos. São exemplos bem conhecidos um carro que trava (ou arranca), um bloco que desliza numa superfície com atrito, etc. Embora tenhamos verificado que, em geral, a abordagem deste tema é feita correctamente, o mesmo não se pode dizer relativamente aos problemas-tipo apresentados na maioria desses manuais. Na realidade, encontrámos frequentemente problemas referentes a objectos que não podem ser tratados como pontos materiais. Noções como centro de massa (CM), pseudotrabalho e trabalho interno são fundamentais para a correcta interpretação dessas questões, apesar de não fazerem parte dos conteúdos programáticos do actual 10º ano. Na ausência destes conceitos torna-se irrealista qualquer tentativa de análise desses problemas usando a linguagem de energia e trabalho. De facto, o conceito de trabalho leccionado no 9º ano só é útil para o ponto material e para o corpo rígido em translação pura. Esta problemática foi levantada em finais da década de 70 por Erlichson [1] e Penchina [2] e apesar de outros autores [3-8] terem depois focado a necessidade de um melhor entendimento do conceito de trabalho, do Princípio do Trabalho-Energia e sua generalização a um sistema de partículas, são poucos os livros de introdução à Física [9] e os manuais escolares [10] que fazem eco destas questões.

**Ponto material:
Princípio do Trabalho-Energia**

O trabalho mecânico realizado pela resultante das forças, F , que actuam num corpo que se desloca entre A e B,

$$W_F = \int_{AB} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} \quad , \quad (1)$$

só é bem definido quando se trata de um **ponto material** ou de um **corpo rígido** com movimento de translação. Usando a Segunda Lei da Dinâmica para um ponto material, $F = m a$, obtemos, da integração da equação (1), o resultado conhecido como Princípio do Trabalho-Energia

$$W_F = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad , \quad (2)$$

que relaciona o trabalho de todas as forças que actuam na partícula com a variação da sua energia cinética.

Para explicitar melhor o significado físico desta equação considere-se um bloco que sobe um plano inclinado sem atrito por aplicação de uma força, F_1 (Fig. 1).

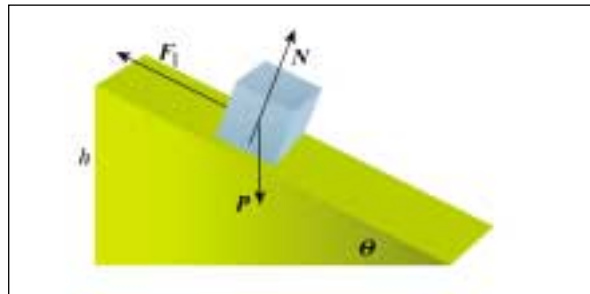


Fig. 1 Corpo que sobe um plano inclinado por acção de uma força F_1

A equação (2) toma então a forma

$$W_{F_1} = \Delta E_c + \Delta E_p = \Delta E_m \quad , \quad (3)$$

que mostra que a variação da energia mecânica do sistema é igual ao trabalho realizado pelas forças não incluídas na energia potencial. O trabalho envolve assim uma transferência de energia para o corpo. O aumento da sua energia cinética manifesta-se nas variações da sua velocidade e o aumento da energia potencial está associado às alterações da configuração do sistema.

Corpo que desce um plano inclinado

Vamos analisar um problema-tipo que aparece nos manuais do 10º ano e que se refere a um corpo que desce um plano inclinado. Na situação em que o atrito é desprezável, vem, por aplicação da equação (2),

$$(m g \sin\alpha) d = \frac{1}{2} m v^2 \quad , \quad (4)$$

sendo d o comprimento do plano inclinado e admitindo que o corpo parte do repouso. Esta igualdade fornece toda a informação possível sobre os aspectos mecânicos e energéticos do sistema.

A situação mais realista da descida do corpo sobre um plano inclinado com atrito também é abordada em alguns manuais que, na sua maioria, resolvem o problema a partir da relação

$$(m g \sin\alpha - F_a) d = \frac{1}{2} m v^2 \quad , \quad (5)$$

em que F_a é o módulo da força de atrito. Esta metodologia, que permite obter o resultado pretendido, por exemplo o cálculo de d a partir de v ou vice-versa, envolve no entanto dois pressupostos incorrectos: admite que o corpo pode ser considerado uma partícula e calcula o trabalho da força de atrito como $-F_a d$.

De facto, como justificaremos adiante, a resolução desta

questão não pode ser baseada no Princípio do Trabalho-Energia para um ponto material. Neste princípio (equação (2)), as energias envolvidas são externas. Quando estamos perante sistemas onde há efeitos dissipativos as equações (2) e (3) não são válidas. Nesta situação, o trabalho dissipativo (termodinâmico) da força de atrito conduz a um aumento não da energia cinética macroscópica do corpo, mas da energia cinética das moléculas que o constituem (**energia cinética interna**). O objecto não pode ser visto como um simples ponto material.

Sistemas de partículas

Ao procurar descrever um sistema de partículas deformáveis ou sujeito a forças dissipativas, podemos adoptar duas metodologias distintas mas complementares. Na exploração de aspectos de natureza exclusivamente cinemática, como é sugerido em vários problemas de manuais do 10º ano, relacionam-se forças exteriores com variações da velocidade. Esta abordagem exige, no entanto, a introdução do conceito de pseudotrabalho e da equação do pseudotrabalho-energia também chamada equação do centro de massa. O outro ponto de vista tem a ver com os aspectos relacionados com as transformações de energia e sua contabilização. Esta tarefa, que requer a introdução do conceito de energia interna, pode ser levada a cabo generalizando o Princípio do Trabalho-Energia o que conduz à **Primeira Lei da Termodinâmica**.

Equação do Centro de Massa

Se integrarmos a Segunda Lei da Dinâmica para um sistema de partículas, $\sum F_{\text{ext}} = M a_{\text{CM}}$, em que as forças externas estão aplicadas no CM, chegamos a uma expressão formalmente idêntica ao Princípio do Trabalho-Energia,

$$\int_{AB} \sum F_{\text{ext}} \cdot d\mathbf{r}_{\text{CM}} = \Delta E_{\text{c}}^{\text{CM}}, \quad (6)$$

onde $d\mathbf{r}_{\text{CM}}$ é o deslocamento do centro de massa do sistema.

Não encaramos a equação (6) como uma extensão do Princípio do Trabalho - Energia, embora o método para obter as equações (2) e (6) seja o mesmo. De facto, apesar da semelhança formal, o significado físico do primeiro membro de ambas as equações é diferente. Num sistema de partículas, as forças externas não estão todas aplicadas necessariamente no CM e os respectivos pontos de aplicação não têm obrigatoriamente o mesmo deslocamento que o CM. Pode mesmo acontecer, como veremos em alguns exemplos, que algumas das forças aplicadas nem sequer realizem trabalho por o seu ponto de aplicação não se deslocar. Consequentemente, nem

todas as parcelas do primeiro membro da equação (6) correspondem a trabalho real de acordo com o conceito de trabalho traduzido pela equação (1). Daí a designação de pseudotrabalho, ou trabalho do CM, para o primeiro membro da equação (6) bem como a de Teorema do Pseudotrabalho - Energia, ou equação do CM, para a própria equação (6). O segundo membro da igualdade apenas representa a variação da energia cinética de translação do CM.

Resumindo, o *trabalho do CM* é o trabalho que *realizaria* uma força, igual à resultante das forças, se actuasse ao longo do percurso seguido pelo CM do sistema.

A resolução da questão do corpo de massa M que desliza com atrito ao longo de um plano inclinado torna-se bastante clara à luz da metodologia baseada na equação do CM. A equação (5) deve então ser substituída por

$$(Mg \sin\alpha - F_a) d_{\text{CM}} = \frac{1}{2} M v_{\text{CM}}^2, \quad (7)$$

em que d_{CM} e v_{CM} representam, respectivamente, o deslocamento e a velocidade do CM.

Generalização do Princípio do Trabalho-Energia

Ao aplicarmos a Lei do Trabalho-Energia a um sistema deformável de partículas teremos que generalizar o trabalho que consta do primeiro membro de modo a incluir as forças interiores. Devemos então escrever o *Princípio do Trabalho-Energia para o sistema de partículas* como:

$$W_{\text{int}} + W_{\text{ext}} = \Delta E_{\text{c}}^{\text{total}}, \quad (8)$$

em que o segundo membro representa agora a variação da energia cinética total do sistema de partículas.

Designando por U , energia própria do sistema, a soma da energia cinética total de todas as partículas ($E_{\text{c}}^{\text{CM}} + E_{\text{c}}^{\text{int}}$) com a energia potencial de interacção entre essas partículas ($E_{\text{p}} + E_{\text{p}}^{\text{int}}$), vem

$$\Delta U = W_{\text{ext}}, \quad (9)$$

onde W_{ext} é o trabalho realizado sobre o sistema por todas as interacções não incluídas na energia potencial. Uma vez que a energia transferida para o sistema através das suas fronteiras pode apresentar-se sob a forma de trabalho, W , e/ou calor, Q , podemos reescrever a equação (9) na forma

$$\Delta U = Q + W, \quad (10)$$

historicamente designada por **Primeira Lei da Termodinâmica**.

Aplicações

Apresentaremos de seguida um conjunto de exemplos que elucidam os aspectos discutidos. Privilegiamos casos para os quais é incorrecta a hipótese de ponto material e que podem ser enquadrados em duas situações distintas:

- i) sistemas onde estão envolvidas forças de atrito dissipativas;
- ii) sistemas sobre os quais actuam forças externas que não realizam trabalho.

As duas últimas aplicações serão destinadas a sistemas cujas deformações são significativas e têm como principal objectivo mostrar que o deslocamento do ponto de aplicação de algumas forças e o deslocamento do CM do sistema podem ser diferentes.

Plano inclinado com atrito

Voltemos então ao plano inclinado com atrito explorando agora os aspectos energéticos. Como já referimos, encontramos manuais que, tentando estudar a energética deste sistema dissipativo, o fazem de forma incorrecta pois não faz sentido falar em energia dissipada na partícula, nem identificar a quantidade $-F_a d$ como trabalho da força de atrito. De facto, as rugosidades na interface dos corpos em contacto conduzem a uma distribuição discreta das forças de coesão, que assim se concentram em pequenas áreas onde o contacto é efectivo. Quando há movimento entre as superfícies, as rugosidades deformam-se. Segundo este modelo, o trabalho dissipativo da força de atrito é calculado a partir do deslocamento médio efectivo que é menor que o deslocamento do CM [6]. Resume-se em seguida toda a informação que a Primeira Lei da Termodinâmica, aplicada aos sistemas “corpo” e “corpo + plano inclinado”, bem como a equação do CM (equação (7)) podem fornecer.

Considerando que são desprezáveis as trocas de calor entre os sistemas e as respectivas fronteiras ($Q \cong 0$) podemos escrever

Primeira Lei da Termodinâmica para o “bloco + plano inclinado”:

$$Mgh = \Delta\left(\frac{1}{2} Mv_{CM}^2\right) + \Delta E_{bloco}^{int} + \Delta E_{plano}^{int} \quad (11)$$

Primeira Lei da Termodinâmica para o “bloco”:

$$Mgh - \mu N d_{ef} = \Delta\left(\frac{1}{2} Mv_{CM}^2\right) + \Delta E_{bloco}^{int} \quad (12)$$

Estas equações permitem tirar algumas conclusões:

- i) Nem todo o trabalho das forças externas é convertido em energia cinética como acontece na ausência de efeitos dissipativos. Parte desse trabalho é transferido para o bloco e para o plano inclinado contribuindo para o aumento de temperatura destas partes do sistema (ver equações (11) e (12)).

- ii) Apesar da inerente dificuldade do cálculo do trabalho da força de atrito por se desconhecer o deslocamento efectivo, d_{ef} , prova-se que, neste caso, o trabalho realizado por essa força, $-\mu N d_{ef}$, é numericamente igual ao simétrico da variação da energia interna do plano inclinado. De facto, subtraindo as equações (11) e (12), obtém-se

$$\mu N d_{ef} = \Delta E_{plano}^{int} \quad (13)$$

- ii) Da equação do CM (7) e da equação (12) conclui-se também que

$$\mu N (d_{CM} - d_{ef}) = \Delta E_{bloco}^{int} \quad (14)$$

Uma vez que $\Delta E_{bloco}^{int} > 0$ verifica-se que, de facto, $d_{ef} < d_{CM}$.

- iv) As equações (13) e (14) conduzem a

$$\mu N d_{CM} = \Delta E_{bloco}^{int} + \Delta E_{plano}^{int} \quad (15)$$

Chamamos, no entanto, a atenção para o facto de $-\mu N d_{CM}$ não corresponder ao trabalho da força de atrito mas ao respectivo trabalho do CM. A diferença entre estas duas quantidades decorre do carácter deformável do sistema, como mostra a equação (14).

Automóvel que acelera/trava

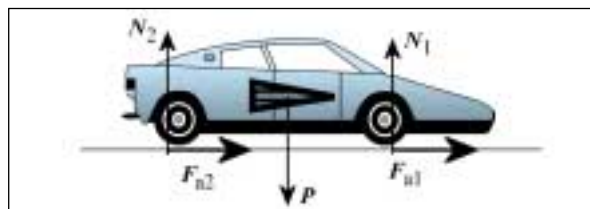


Fig. 2 Carro que arranca do repouso, sem derrapar, numa superfície horizontal por acção da resultante das forças de atrito.

O exemplo do automóvel que trava ou acelera numa estrada horizontal é incluído frequentemente nos manuais do 10º ano. Tal como na aplicação anterior, as questões subjacentes à sua resolução merecem alguns comentários. Um deles tem a ver com a aplicação do Princípio do Trabalho-Energia que pressupõe a hipótese de ponto material.

Arranque/travagem sem derrapagem

A força responsável pelo arranque sem derrapagem de um automóvel no plano horizontal é a resultante das forças de atrito estático que, como mostra a Fig. 2, tem o sentido do movimento.

A resolução do problema, baseada no Princípio do Trabalho-Energia, conduz à situação paradoxal de existir

uma força resultante que não realiza trabalho mas contribui para a variação da velocidade do carro. Isto prova que a hipótese de ponto material é inadequada. O carro deve ser considerado um sistema deformável de partículas e a equação do CM resolve o aparente paradoxo conduzindo a

$$F_a d_{CM} = \mu_e M g d_{CM} = \Delta \left(\frac{1}{2} M v_{CM}^2 \right) \quad (16)$$

A situação do carro que trava até parar sem derrapar é equivalente à do arranque, pelo que a equação do CM permite, por exemplo, calcular o valor da força média de atrito dados d_{CM} , v_{CM} e M .



Travagem/arranque com derrapagem

A análise desta situação, tendo como base a equação do CM, é análoga à situação sem derrapagem. Por outro lado, para tirar conclusões relativamente à energia envolvida no processo recorre-se à **Primeira Lei da Termodinâmica**. Ao estudarmos a situação da travagem (arranque) com derrapagem teremos que considerar que as rodas bloqueiam. A diminuição (aumento) da energia cinética está associada a um trabalho exterior da força de atrito cinético. As consequências da derrapagem, aumento da temperatura dos pneus e o seu rasto na estrada fazem prever que a energia cinética inicial aparece, nomeadamente, como energia interna destas zonas do sistema. Para avaliarmos a energia envolvida, por exemplo na travagem, é aconselhável escolher como sistema o “carro+estrada”. Assim, temos:

$$\Delta \left(\frac{1}{2} M v_{CM}^2 \right) + \Delta E_{carro}^{int} + \Delta E_{estrada}^{int} = 0 \quad (17)$$

A análise das situações abordadas em “Arranque/travagem sem derrapagem”, à luz da Primeira Lei da Termodinâmica, é semelhante à do caso discutido agora. A diferença mais significativa decorre da natureza da força de atrito que é diferente nos dois casos (com e sem derrapagem).

Homem que salta

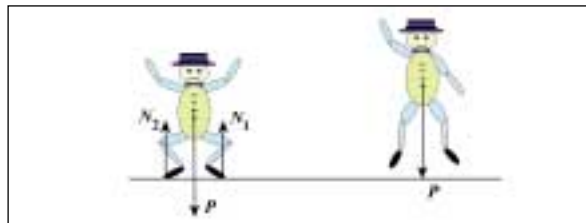


Fig. 3 Salto na vertical de um indivíduo à superfície da Terra.

Os restantes exemplos, apesar de não constarem dos manuais do 10º ano, são importantes do ponto de vista conceptual, pois ajudam a distinguir de forma fundamental a equação do CM da Primeira Lei da Termodinâmica e constituem sugestões susceptíveis de fomentar a discussão com os alunos.

Exploremos então a situação em que um indivíduo salta verticalmente para cima como está representado na Fig. 3.

O valor médio da resultante da força exercida pelo chão na pessoa é designado por \bar{N} . No instante em que a pessoa abandona o solo tem uma velocidade v_{CM} e o seu CM sobe a uma altura h_{CM} . A equação do CM conduz a

$$(\bar{N} - Mg) h_{CM} = \frac{1}{2} M v_{CM}^2 \quad (18)$$

A quantidade $\bar{N} h_{CM}$ não representa trabalho real pois o deslocamento do ponto de aplicação da reacção normal é nulo. Se aplicarmos agora a Primeira Lei da Termodinâmica ao sistema “indivíduo+Terra” obtemos outro tipo de informação. Uma vez que não há transferência de energia para o sistema sob a forma de trabalho e admitindo que o aumento de temperatura é insuficiente para haver trocas de calor com o exterior, os termos mais significativos da **Primeira Lei da Termodinâmica** conduzem a

$$\Delta \left(\frac{1}{2} M v_{CM}^2 \right) + Mgh_{CM} + \Delta E_{p\text{ quim}} = 0 \quad (19)$$

Verificamos então que o aumento da energia cinética do CM da pessoa, assim como da energia potencial gravítica do sistema, é feito à custa de uma diminuição da energia potencial química.

Discos que chocam

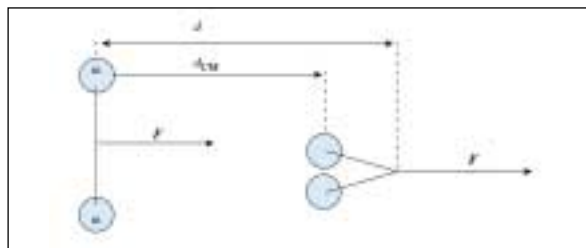


Fig. 4 Discos que chocam ao serem puxados por um fio.

Vamos agora analisar o sistema que consiste em dois discos, inicialmente em repouso, ligados por um fio numa superfície horizontal sem atrito [3,5]. Ao ponto médio do fio é aplicada uma força constante, o que provoca posteriormente o choque inelástico dos discos como mostra a Fig. 4. A velocidade dos discos quando chocam é v_{CM} . As equações são:

$$F d_{CM} = \frac{1}{2} (2m)v_{CM}^2, \quad (20)$$

que resulta da equação do CM, e

$$F d = \frac{1}{2} (2m)v_{CM}^2 + \Delta E^{int}, \quad (21)$$

que resulta da Primeira Lei da Termodinâmica aplicada ao sistema constituído pelos dois discos.

A alteração na forma do sistema conduz a que d seja maior que d_{CM} pelo que o trabalho da força F é maior do que o trabalho do CM. A diferença entre estas duas quantidades corresponde, como mostram as equações (20) e (21), à energia interna que aumenta durante o choque.

Conclusão

Consultámos alguns manuais do 10º ano para avaliar a forma como certas questões mecânicas são abordadas. O nosso estudo suscita-nos alguns comentários finais. O significado do Princípio do Trabalho-Energia deve ser salientado. Não se trata de uma nova lei, embora seja de grande importância por várias razões. Em primeiro lugar, revela-se útil na resolução de questões onde é fácil calcular o trabalho das forças que actuam e onde se pretende obter as velocidades em determinadas posições, permitindo deduzir uma relação em estreita correspondência com o Princípio da Conservação da Energia Mecânica. Por outro lado, o Princípio do Trabalho-Energia pode ser encarado como ponto de partida para a sua generalização a um sistema de partículas, quando estão presentes efeitos dissipativos. Só nestas condições é possível contabilizar variações de energia interna, obtendo-se um princípio geral de conservação de energia. Esta metodologia permite aprofundar o conceito de energia.

A equação do CM não substitui a generalização do Princípio do Trabalho-Energia, embora seja útil para resolver algumas questões cinemáticas. De facto, esta equação é particularmente interessante por permitir obter soluções usando uma metodologia fundamentada em ideias de energia e de trabalho, sem referência explícita a forças internas, energia rotacional e vibracional. São estes últimos conceitos que tornam a generalização do Princípio do Trabalho-Energia difícil de entender e aplicar por parte de alguns alunos. Subjacente a estas questões está o conceito de ponto material e suas limitações.

Salientamos também que o trabalho realizado por forças

de atrito é, em geral, mal calculado. Ao estabelecermos a distinção entre equações puramente mecânicas que resultam da Segunda Lei de Newton, por um lado, e a Primeira Lei da Termodinâmica, por outro, esta questão torna-se mais clara. As duas equações só coincidem quando estamos perante pontos materiais. Para sistemas deformáveis, onde se incluem sistemas sujeitos a forças de atrito dissipativas, as equações do CM e a da Primeira Lei da Termodinâmica têm conteúdos e significados diferentes. Há numerosos casos que envolvem forças que realizam trabalho nulo, embora se verifique uma alteração da energia cinética: locomoção ou corrida a pé num plano horizontal, subida de escadas, alpinismo, etc. De facto, este tipo de actividades, úteis na compreensão do Princípio de Conservação da Energia e de questões cinemáticas, são mais consentâneas com o espírito dos programas do que a longa lista de problemas que surgem em alguns manuais e que os alunos tendem a resolver mecanicamente. As novas propostas de programas do 10º ano [11], ao sublinhar as condições de validade da representação de sistemas complexos pelo respectivo CM, poderão introduzir alterações importantes neste domínio.

* Escola Secundária de Montemor-o-Velho,

3140 Montemor-o-Velho

joao.tremoco@clix.pt

** Departamento de Física, Universidade de Coimbra,

3004 -516 Coimbra

celia@teor.fis.uc.pt

Referências

- [1] Penchina, C., "Pseudowork-energy principle", *American Journal of Physics* 46, 295-296 (1978).
- [2] Erlichson, H., "Work and kinetic energy for an automobile coming to a stop", *American Journal of Physics* 45, 769 (1977).
- [3] Sherwood, B. A., "Pseudowork and real work", *American Journal of Physics* 51, 597-602 (1983).
- [4] Arons, A. B., "Developing the energy concepts in introductory physics", *The Physics Teacher* 27, 506-517 (1989).
- [5] Arons, A. B., "Teaching Introductory Physics", (John Wiley & Sons, New York, 1997).
- [6] Sherwood, B. A. e Bernard, W. H., "Work and heat transfer in the presence of sliding friction", *American Journal of Physics* 52, 1001-1007 (1984).
- [7] Mallinckrodt, A. J. e Left, H. S., "All about work", *American Journal of Physics* 60, 356-365 (1992).
- [8] Left, H. S. e Mallinckrodt, A. J., "Stopping objects with zero external work: Mechanics meets thermodynamics", *American Journal of Physics* 61, 121-127 (1993).
- [9] Halliday, D., Resnick, R., e Walker, J., "Fundamentals of Physics", 4th ed. Extended (John Wiley & Sons, New York, 1993).
- [10] Bello, A., Costa, E., e Caldeira, H., "Ritmos e Mudanças (novo)", *Física 10º ano*, Porto Editora, Porto, 2000.
- [11] Ministério da Educação, "Projecto de Programa, Física e Química-A (10º Ano), Componente de Física" em <http://www.des.min-edu.pt>

Acesso aos cursos Física e Engenharia a caminho da “desertificação”?

*Carlos Pessoa **

Os resultados dos exames nacionais do 12º ano confirmaram o que já não era novidade: as notas de Física baixaram novamente e os alunos registam globalmente piores notas na área de ciências do que em letras. Por outro lado, e possivelmente como corolário daquela situação, uma parte muito considerável das vagas dos cursos de Física das universidades portuguesas não preenchida. É uma tendência que vem de trás, como o revela a comparação dos dados referentes a este ano com os de 1998, e que não dá sinais de inversão. A Física em Portugal estará a caminho da “desertificação”?

de Física:



No Verão passado, o então ministro da Educação, Guilherme d'Oliveira Martins, regozijou-se numa conferência de imprensa com a melhoria do desempenho dos estudantes portugueses nos exames nacionais do 12º ano de Matemática no ano lectivo transacto. Esta disciplina, que tem sido durante anos a fio a “ovelha negra” do sistema educativo português, registou uma subida de 7,2 em 1999 para 8,7 em 2000, numa escala de 0 a 20. Apesar da subida da média nacional dos resultados de exame, a nota continua negativa, o que não seria motivo para uma satisfação particular.

Mas se esta foi a “boa” notícia apresentada pelo ministro, a má veio a seguir: a disciplina de Física vai de mal a pior. Ainda segundo os dados do Ministério da Educação, os menos de 10 mil alunos internos que fizeram exame nacional de Física este ano registaram uma média de 8,5 valores, o que representa uma descida de 0,2 valores em relação ao ano imediatamente anterior. Nesta prova, as notas positivas não passaram dos 39,1 por cento (40,6 por cento em 1999). No caso particular da Física - como também da Matemática, aliás - os resultados obtidos pelos

estudantes do ensino público foram melhores do que os dos colégios do ensino particular e cooperativo. Com efeito, enquanto os alunos do ensino público registaram 8,5 de média no referido exame, os do ensino particular não passaram dos 7,8 valores. O exame final representa apenas 30 por cento na classificação final do ensino secundário, mas notas tão baixas acabam por ter um peso negativo na classificação final. No caso de Física, a média das notas atribuídas pelos professores no final do terceiro período foi de 12,9 valores no ensino público e de 13,2 no particular. A discrepância entre as notas dos exames nacionais e as notas das escolas dá que pensar... Tendo em conta os resultados dos exames, o desempenho médio dos alunos portugueses desceu para 11,6 valores. São, sem dúvida, números que deveriam funcionar como um poderoso estímulo para os responsáveis do sistema educativo na busca de soluções que possam contrariar uma tendência cada vez mais desoladora.

Ensino superior: nuvens negras

A divulgação dos números referentes à primeira fase do concurso nacional de acesso ao ensino superior, em meados de Setembro passado, contribuiu para manter negras as “nuvens” que se concentram por cima da Física e do seu ensino entre nós.

Na generalidade dos cursos, as vagas disponíveis não foram preenchidas na primeira fase, havendo mesmo situações de zero entradas, como é o caso do curso de Engenharia Física na Universidade de Aveiro, onde as 35 vagas disponíveis ficaram intactas. É de sublinhar também, ainda neste capítulo (ver quadros), que à excepção do Instituto Superior Técnico, em todos os demais cursos de Engenharia Física do país se preencheram menos vagas do que há dois anos.

O panorama não é muito diferente nos cursos de Física (por vezes agrupada com Química), com um número reduzido de candidatos que nem sequer ocupam metade dos lugares disponíveis. Relativamente a 1998, acentua-se também neste campo a queda de entradas.

Por fim, a via de ensino para a Física e Química também não se sai melhor neste pequeno exercício de análise comparativa. A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro é uma excepção, pois regista uma subida do número de vagas preenchidas comparativamente a 1998 (47 contra 32, para as mesmas 55 vagas nos dois anos). Nos restantes cursos há uma clara baixa do número de entradas, com destaque para a Universidade da Beira Interior (só Física) - onde apenas três das 35 vagas foram preenchidas na primeira fase. A situação é análoga na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (também só Física), onde apenas quatro das 30 vagas foram preenchidas. Em contrapartida, todas as 36 vagas da Universidade do Minho foram preenchidas, tal como já acontecera há dois anos.

Quadro 1 – Física e Química (entradas na 1.ª fase)

	1998			2000		
	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido
Universidade do Algarve*	40	31	97,8	40	9	106,2
Universidade do Porto	50	40	101,0	30	21	101,5
Universidade de Coimbra	35	35	102,8	40	11	115,5
Universidade de Lisboa	30	24	86,8	30	15	117,5

*também Química

Fonte: Ministério de Educação

Comparámos ainda dois cursos de Física Aplicada, respectivamente o ramo de Óptica (Universidade da Beira Interior) e de Física/Matemática Aplicada (Astronomia), na Faculdade de Ciências de Lisboa. No primeiro caso, apenas 16 das 45 vagas foram ocupadas (há dois anos entraram 25 estudantes para as 40 vagas disponíveis). No segundo, voltou a registar-se o pleno de há dois anos, não ficando por preencher nenhuma das 20 vagas existentes à partida. Analisando as notas dos últimos alunos colocados em cada um dos cursos, constata-se que não há, este ano, entradas no ensino superior com notas negativas, como sucedia em 1998 em vários casos (ver quadros). No entanto, isto não significa que os valores obtidos este ano sejam por aí além. Pelo contrário, e à excepção do Instituto Superior Técnico (o último aluno colocado tinha 14,9 valores), raros são os cursos onde a última nota que garantiu acesso ultrapasse os 12 valores.

Excesso de oferta

De uma forma global, os números apresentados sublinham, em toda a sua crueza, uma indelével “crise de vocações” para a área da Física, olhada como pouco interessante do ponto de vista das saídas profissionais e claramente preterida por outras mais sugestivas. E nem mesmo a via do ensino, destino “natural” de muitos dos quadros universitários formados em Física, escapa a este vazio, pois já se começam a fazer sentir claramente no ensino secundário os efeitos da rarefação de alunos devido a diminuição demográfica. E, pior que tudo, não se vêem sinais palpáveis de mudança. “Há um excesso de oferta, especialmente evidente nos cursos de ensino que passaram a ter um carácter quase regionalista”, sustenta Augusto Barroso, secretário-geral da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), a quem

solicitámos um comentário a esta realidade. “Neste tipo de licenciaturas importava ter do empregador, o Ministério da Educação, uma estimativa das suas necessidades actuais e nos próximos quatro ou cinco anos. Só com este dado se poderá saber se a produção é excessiva ou deficitária”. Alguns aspectos concretos mereceram igualmente de Augusto Barroso as seguintes considerações:

“Na licenciatura em Física, se tomarmos em conta que o curso do IST deveria ser incluído no primeiro quadro e não no segundo, apesar do nome de Engenharia, a oferta ainda nos parece excessiva. São oferecidas 185 vagas para uma procura de 101”.

Outro exemplo:

“Na Engenharia Física, a fraca procura deve-se, em primeiro lugar, ao perfil tecnológico da indústria portuguesa e, por outro lado, a uma (ainda) insuficiente afirmação social destes cursos. O reconhecimento pela Ordem dos Engenheiros, que ainda não foi obtido por nenhum destes cursos, pode explicar uma menor procura”. Finalmente, Augusto Barroso aponta outra causa geral da redução do número de entradas registada:

“Ela deve-se à maior exigência na entrada. Este ano, nenhuma universidade aceitou alunos com nota negativa. Penso que a redução devida a este motivo é positiva, pois liberta a universidade de vários candidatos sem a competência mínima para concluírem o curso”.

Que fazer?

“Não penso que exista um remédio universal”, responde Augusto Barroso. “Cada faculdade terá que analisar os seus cursos e definir como é que se quer posicionar em relação ao mercado de trabalho. A única recomendação geral é que importa não fazer mais do mesmo”.

O secretário-geral da SPF deixa uma recomendação específica:

“É preciso criar mercado de trabalho para os futuros licenciados. Em particular, dado o impacto que os métodos de detecção físicos têm na área da saúde, é preciso dirigir alguns dos alunos de engenharia física para trabalharem em hospitais. Em Espanha, por exemplo, todos os hospitais têm um quadro de físicos”.

O que pensam os físicos, os professores de Física e os estudantes de Física? Como gostaríamos que comentassem na “Gazeta” a questão do acesso ao ensino superior na área da Física, têm a palavra.



* Jornalista

gazeta@teor.fis.uc.pt

Quadro 2 - Engenharia Física (entradas na 1ª fase)						
	1998			2000		
	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido
Universidade de Aveiro	35	17	93,5	35	0	-
Universidade de Coimbra	35	19	101,3	30	6	127,3
Universidade de Lisboa	30	20	71,3	30	15	102,0
Universidade Nova de Lisboa	45	43	82,5	45	5	132,8
Instituto Superior Técnico	45	45	163,0	45	45	149,3

Fonte: Ministério de Educação

Quadro 3 - Física e Química (ensino) (entradas na 1ª fase)						
	1998			2000		
	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido	Vagas	Entradas	Nota do último aluno admitido
Universidade dos Açores	30	25	103,0	30	16	113,7
Universidade de Évora	30	30	124,8	30	29	101,3
Universidade Nova de Lisboa	-	-	-	45	17	105,8
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro	55	32	103,0	55	47	104,8
Universidade da Beira Interior*	35	12	97,3	35	3	108,5
Universidade do Minho	36	36	147,8	36	36	136,0
Universidade de Aveiro	40	40	137,5	40	40	123,4
Universidade de Lisboa	30	30	95,5	30	4	121,3

* Só Física

Fonte: Ministério de Educação

Leon Lederman, Prémio Nobel da Física de 1988

Casando a educação com a ciência

As escolas não preparam as pessoas para a vida que pretendem viver, mas para “outras vidas”, as de sociedades que já não existem hoje. No entanto, sustenta Leon Lederman, físico norte-americano galardoado com o Prémio Nobel, é necessário e possível “preparar as pessoas para o novo mundo”. Presente na Figueira da Foz no passado mês de Setembro, onde participou no “Física 2000”, aquele cientista deu uma entrevista à “Gazeta” tendo falado apaixonadamente das suas experiências de introdução do ensino da ciência nas escolas. O professor, defende, é a “chave” da mudança, o que coloca a necessidade de formação de professores – virada para uma intervenção prática, experimental – como a pedra de toque desse processo. A experiência de Lederman mostra que os educadores “não sabem ciência”, pois “a educação não está casada com a ciência”. Conclusão: “Têm de se casar estas duas comunidades, pois isso traria benefícios mútuos”.

Gazeta de Física – Todos falam de uma crise na educação científica e, em particular, da Física. Qual é a sua opinião?
Leon Lederman – Eu penso que, de facto, existe uma crise, e é algo que já vem de algum tempo atrás. Mas hoje essa crise tornou-se mais séria porque as numerosas e importantes revoluções tecnológicas desde o princípio deste século trouxeram consideráveis aplicações da ciência na sociedade. Se a ciência tivesse poucas aplicações na sociedade e se nem os engenheiros nem os cientistas aplicados existissem, não haveria qualquer crise.
P– A ciência é então vítima do seu próprio sucesso?...

R– Sim, eu diria que a ciência é a procura do conhecimento e a procura do conhecimento está isenta de valores. Não há um mau conhecimento. Tenta-se encontrar a verdade sobre o mundo em que vivemos. Acreditamos que há uma verdade objectiva em relação à Natureza e é nisso que a ciência trabalha. Mas, de facto, a ciência tem aplicações. Tomemos o exemplo da invenção da máquina a vapor no século passado. Teve um grande efeito, mudou a indústria, criou a industrialização, permitiu aos americanos explorarem todo o continente e ligá-lo com comboios. Mas esta foi uma mudança lenta, uma mudança gradual, pois o impacto dessa invenção até às suas profundas implicações levou muitas e muitas décadas a sentir-se. O mesmo aconteceu com muitas outras tecnologias do princípio do século XX. Mas no final deste século a situação é outra.



entrevistado por Carlos Fiolhais e Carlos Pessoa

Se olhar para um “site” na “Web” e disser que estou a fazer um “download”, as pessoas dirão que esta é uma língua estranha. De Marte talvez. É uma língua extraterrestre. Mas os miúdos sabem esta língua e falam-na na perfeição...

P - O que está a dizer é que a sociedade mudou e a escola não mudou?

R - Esse é o problema. Se falarmos de educação, então podia perguntar: qual é o objectivo da escola? As pessoas dar-me-iam uma variedade de respostas mas eu penso que uma boa resposta - e estou certo de que concordarão comigo - é que o objectivo das escolas é formar as crianças para que possam orientar-se no novo mundo no qual emergem. O problema é que esse mundo é diferente do mundo dos seus professores e é diferente do mundo dos seus pais.

P - As escolas estão a preparar os jovens para a vida?

R - Mas as escolas não preparam as pessoas para a vida que estas querem viver. Elas preparam as pessoas para outras vidas.

P - Vidas passadas?

R - Exacto. E, portanto, à pergunta sobre se é possível preparar as pessoas para o novo mundo, a resposta é obviamente afirmativa: sim, é possível. É sobre isso que nós, os físicos, sabemos tudo. Nós somos treinados para o inesperado, somos treinados para a surpresa, somos treinados para o invulgar, nós sabemos que quando

vamos a um lugar estranho nada será como esperamos.

P - Gosta de ser surpreendido?

R - Ah!, sim, também gostamos de ser surpreendidos. Se não houver surpresa é uma decepção para mim. Portanto - e isto é o que eu penso - a educação científica é a chave para toda a educação porque prepara as pessoas para o invulgar, para o inesperado. Ora, o novo mundo no qual as pessoas emergem estará sempre a mudar.

Antigamente, aprendíamos a trabalhar com uma máquina, um torno mecânico por exemplo, e trabalhávamos nisso durante 30 ou 40 anos. Depois reformávamo-nos e íamos usufruir do resto da nossa vida calma e tranquilamente. Chegámos um dia e alguém tinha levado a nossa máquina. Há agora outra máquina que funciona com um computador. Temos que aprender a programar um computador e, de facto, a nossa profissão mudou. Mas todas as profissões são assim, estão sempre a mudar!

P - E é isso o que acontece em todo o mundo?

R - Nos países do Terceiro Mundo existem situações diferentes mas também há aí uma crise na educação que tem dimensões diferentes, embora não sejam tão diferentes quanto isso.

Eu tenho feito muito trabalho em Chicago com crianças mais pequenas, desde o pré-escolar aos 12 anos. E um dos resultados da minha experiência foi ter verificado que os problemas são muito comuns em todo o mundo, até em aldeias em África se quiser. Depois de ter trabalhado para vários organismos internacionais aprendi bastante sobre a educação nas aldeias africanas e nos países do Terceiro Mundo. Quando regresssei a Chicago os meus colegas julgavam que eu estava a brincar quando lhes disse: “Não vão acreditar, mas há cidades que têm problemas tão graves como nós...”.

As crianças são crianças em todo o mundo, não têm diferenças culturais. Os pais têm diferenças culturais, as crianças não. E, portanto, o ensino das crianças é um problema comum internacional.

Por exemplo, sabem qual é o problema em Chicago? Os professores não sabem nada sobre ciência, não sabem matemática, e os professores primários têm de ensinar tudo. O professor agarra no livro mas as suas inseguranças são imediatamente apreendidas pelas crianças, muito espertas. E nalgumas escolas não ensinam ciência, omitem-na mesmo, porque os professores são totalmente ignorantes dessas matérias.

P - Disse que os cientistas acreditam na objectividade da Natureza. Mas sabe que na comunidade educacional existem pessoas que não partilham essa visão, que dizem que cada um tem direito à sua própria visão sobre o mundo? O que pensa sobre essas doutrinas pós-modernas?

R - Há alguma boa tradução portuguesa da palavra inglesa “crap” (lixo)?

P - Portanto não entende essa perspectiva?

R - Não, acho que não faz sentido. Eu penso que os



pós-modernos têm alguns problemas só deles e espero que os consigam resolver antes de ficarem loucos. Mas as atitudes deles em relação à ciência não têm qualquer sentido. Isso vem das suas próprias inseguranças e da sua própria hostilidade, se quiser, em relação ao assunto.

P - Fale-nos agora do seu trabalho ao nível escolar no estado de Illinois.

R - O sistema público escolar de Chicago abrange 400 mil crianças e nós observámos que a esmagadora maioria, cerca de 80 por cento, são pobres. Os pais ganham pouco dinheiro, alguns são mesmo muito pobres, outros são moderadamente pobres. E porque o sistema escolar em que elas estão integradas é também pobre, os professores não querem ensinar nessas escolas, situadas em ruas perigosas e edifícios velhos. Não são, de facto, locais muito agradáveis para viver ou para ensinar e por isso não se conseguem os melhores professores. Apesar disso, entrámos no sistema com uma intervenção, reunindo alguns cientistas do Fermilab, da Universidade de Chicago e de outras universidades, gente da comunidade empresarial, alguns professores experientes que desejavam participar nesta nova experiência. Era preciso dinheiro, mas isso não foi verdadeiramente um problema, pois consegui dinheiro do governo federal e...

P - Moveu as suas influências?

R - Eu conhecia os políticos e consegui dinheiro do governo federal, consegui dinheiro do estado de Illinois, e algum dinheiro das empresas, etc. E assim criámos uma organização não lucrativa chamada "Teachers Academy" (Academia dos Professores), academia dos professores de ciências e de matemática.

P - É uma escola para professores?

R - Sim, é uma escola para professores. Existem 530 escolas em Chicago, cerca de 450 são escolas primárias e cada escola tem em média 30 a 40 professores. Nós fomos a uma escola, falámos com o director e negociámos com ele um acordo, nos termos do qual mais de 80 por cento dos professores juntar-se-iam ao nosso programa.

A seguir começámos a desenvolvê-lo durante três ou quatro meses no Verão de 1990, e abrimos as actividades para os professores em Setembro de 1990, abrangendo dez escolas, com um total de cerca de 300 professores. Eles estavam connosco duas vezes por semana e nós mandávamos substitutos para as salas de aula. No início, os professores recusaram-se a abandonar os seus alunos a

uma pessoa qualquer, e por isso o substituto e o professor trabalharam juntos durante duas semanas. Chamámos a isto "bonding" (ligação), pois eles ficaram juntos até o professor a formar concordar em confiar as suas crianças à nova pessoa. Esta foi a nossa primeira constatação do facto de os professores se preocuparem verdadeiramente com as suas crianças, que eles realmente amavam.

P - O primeiro passo foi então a formação dos próprios professores.

R - Correcto. Organizámos cursos para os professores cujas palavras-chave são "hands on" [em português, "mãos na massa"], um currículo no qual as crianças fazem coisas, experiências sobre a luz, por exemplo. Estes currículos foram desenvolvidos inicialmente nos anos 60 em Berkeley e noutros locais, e foram extremamente bem sucedidos. Mas depois morreram e nós começámos a reavivá-los, juntando-lhes alguns currículos inventados em Chicago por um professor na Universidade de Illinois. O melhor programa desses que eu conheço chama-se "TIMS", que significa "Ensinar matemática e ciências integradas".

P - Em que consiste?

R - Vou dar-lhe um exemplo relativo ao jardim de infância. Uma criança discute uma experiência em que o professor tem uma grande taça de doces, doces pequenos e coloridos.

P - O tipo de coisas que as crianças gostam...

R - Claro. Todos de cores diferentes. A primeira coisa que fazemos é mudar os móveis da sala. Em vez de termos as crianças sentadas nas cadeiras de forma a prestarem atenção a um professor, que dá a sua aula, bla-bla-bla, há mesas e várias crianças à volta. Estas trabalham em equipa, existem muitas mesas iguais, e o professor movimenta-se em torno das mesas. De vez em quando os pais aparecem e podem ajudar.

A experiência no jardim-escola é com gomas. Uma experiência doce... Cada membro das equipas levanta-se e tira duas mãos cheias de gomas, que põe em cima da mesa.

P - O que é que eles podem fazer com isso?

R - O professor propõe que eles organizem as gomas, mas tudo o que fazem é previamente discutido. O professor faz perguntas e os miúdos dão respostas. Olhem para as gomas: quantas existem? Existem mais vermelhas do que azuis, por exemplo? As crianças dizem: "Bem temos que

as contar”. As crianças já sabem contar. Depois decidem organizar as gomas e pôr as vermelhas numa linha, ao lado as azuis, a seguir as amarelas, ao lado as verdes e assim obtêm uma distribuição. Ora, elas fazem tal e qual como nós no Fermilab, onde recolhemos os dados, discutimos a experiência e depois organizamos os dados. Mas não lhe dizemos que isto é um histograma!...

P – É tudo uma questão de nível mais ou menos avançado de trabalho...

R - Certo. Depois o professor discute os dados com as crianças: “Se tivessem os olhos tapados, quantas vezes apanhariam uma goma preta?” Elas olham e descobrem que em toda a sala só há uma goma preta. Por isso a probabilidade de ter uma goma preta é diminuta.

P – E assim as crianças são iniciadas na noção de probabilidade...

R - Aos poucos. É, de facto, a primeira introdução às funções de distribuição, à probabilidade. Por exemplo: qual é a goma que poderemos obter mais vezes? Elas olham para a vermelha - é a cor mais frequente - e fazem uma série de perguntas como “Quantas vermelhas há a mais do que azuis?”. Elas não são capazes de subtrair mas é fácil propor-lhes exercícios com uma regra, uma vez que conseguem contar quantas vermelhas há a mais...

Há centenas de experiências como estas desde o jardim de infância até ao sétimo ano de escolaridade (treze anos). Estas experiências não nos ensinam nada sobre a ciência, mas ensinam-nos a forma como fazemos ciência, a forma como respondemos a perguntas, por exemplo.

P – A ciência é isso!

R - Exactamente. Dou-lhe um outro exemplo, com bolas de sabão. A professora pega em caixas de detergentes, aqueles dos anúncios de televisão. Começam a discutir e finalmente a professora consegue interessar os alunos pelas bolas de sabão. Então ela faz uma pequena mistura, um pouco de detergente na água, pega num arame em forma de círculo e sopra para fazer bolas. Bem, mediante sugestões da professora, as crianças interessam-se por medir quanto tempo as bolas duram. Fazem uma bola e observam quando ela rebenta. Demoram a observar, fazem-no muitas vezes. Trabalham por turnos e depois brincam, brincam com as bolas, atiram-nas uns aos outros, jogam. Está tudo bem. Pegam então nos dados e acabam por fazer um gráfico com a longevidade das bolas. A professora pode perguntar: “Qual é a probabilidade de uma bola de sabão durar vinte segundos?”...

P – É como uma partícula?

R - É isso! Os alunos fazem uma avaliação, uma medida. Eles fazem muitas experiências como estas, incluindo um pouco de matemática em muitas delas. Conceitos de linearidade, saber como uma variável depende de outra.

P – E eles começam a aprender ciência dessa maneira?

R - Estas são as coisas que dominam as primeiras classes.

Ocasionalmente o professor fala de ciência...

P – Ciência mais formal?

R - Sim, um pouco mais formal, em que se poderão introduzir conceitos...

P – Alguns factos científicos?...

R - As primeiras ideias sobre a tensão superficial...

E o conteúdo da ciência fica cada vez mais rico à medida que se avança de ano. No sexto ano de escolaridade, por exemplo, faz-se bastante ciência. Essa é a técnica, mas ela exige que os professores estejam muito bem preparados.

P – O professor é a chave.

R - Sim, ele é a chave. Porque apesar do medo que eles tenham, a porta da sala de aula acabará por se fechar e o professor fica lá dentro com as crianças.

Por isso é que trabalhamos tão arduamente com os professores, que não são vistos como “sabe tudo”.

Os professores podem dizer “não compreendo”, “não sei”, “vamos descobrir”. Todas as salas de aula, as aulas de ciência, têm no canto um modem, um telefone, alguns livros, alguns CDs, alguns vídeos.

P – Então existe tecnologia informática?

R - O máximo que conseguimos. Quando fomos a estas escolas pela primeira vez e perguntámos se tinham computadores, havia muito embaraço e finalmente mostravam-nos o armário no qual estavam os computadores ainda por desempacotar...

Para rematar: trabalhando com estes professores durante três anos, dando-lhes um mínimo de cerca de 120 horas de contacto com a matemática, aproximadamente o mesmo número de horas para outras ciências e cerca de 30 a 40 horas de tecnologia - como ligar um computador, como utilizar o “software”, etc. -, eles começam a obter resultados impressionantes mesmo quando a sua preparação original era nula. Quando lhes falo disso, há muitos professores que respondem: “Sabe, se eu tivesse feito isto há 10 anos, talvez pudesse ter sido um bom professor...”.

P – Mas ainda o podem vir a ser.

R - Claro! A ideia é essa. Quando isso acontece, as crianças tornam-se pequenos génios nos testes fornecidos pelo estado de Illinois. Há muitas escolas, iguais às nossas, onde as crianças não passam do nível mais baixo. E há as escolas, onde nós participamos, cujos alunos estão a subir vertiginosamente na capacidade para resolver problemas matemáticos. Isso consegue-se com o envolvimento dos professores? Absolutamente. Eles têm de estar envolvidos no sistema o mais possível. Os educadores não sabem ciência, porque a educação não está casada com a ciência. Têm de se casar estas duas comunidades, a comunidade da educação e a comunidade da ciência. Isso traria benefícios mútuos.

Física em Portugal

Os 100 anos da Física Quântica

No dia 6 de Dezembro realizou-se no Departamento de Física da Universidade do Porto um conjunto de conferências destinadas a comemorar os 100 anos de Física Quântica. Presidiu o Dr. José Moreira de Araújo, sendo abordados os seguintes temas:

- “Pré-história do quantum de Kirchoff a Planck”, pelo Dr. Eduardo Lage;
- “O quantum hoje – A teoria quântica dos campos”, pelo Dr. Augusto Barroso;
- “A concepção da ciência de Planck e a epistemologia dos nossos dias”, pela Dr^a Maria Manuel Araújo Jorge.



Max Planck

Ciclo de conferências no Porto

No Departamento de Física da Universidade do Porto decorreu um ciclo anual de conferências sobre “Ciência, Cultura e Sociedade”. Em Novembro tiveram lugar as seguintes sessões:

- “A Universidade do Porto e a cidade”, pelo Dr. Cândido dos Santos (Faculdade de Letras da Universidade do Porto), no dia 3;
- “A Mecânica Quântica e o pensamento contemporâneo”, pelo Dr. João Lopes dos Santos (Departamento de Física da Universidade do Porto), no dia 10;
- “As invenções ao serviço da sociedade: O Padre Himalaia”, pelo Dr. Jacinto Rodrigues (Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto), no dia 17;

- “A ciência e o desenvolvimento social”, pelo Dr. José Ferreira da Silva (Departamento de Física da Universidade do Porto), no dia 24.

As conferências, destinadas ao público em geral, realizaram-se às 18h, em todas as sextas-feiras do mês de Novembro, no Anfiteatro de Física.

Recepção aos novos alunos

Realizou-se no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, no dia 11 de Outubro, uma sessão de boas-vindas aos novos alunos de Física e Engenharia Física, organizada pelos Conselhos Pedagógicos daqueles dois cursos. Depois das palavras introdutórias dos presidentes do Departamento e do Conselho Científico, respectivamente Dr. João da Providência e Dr. José Urbano, realizaram-se três mini-palestras sobre “Água Virtual: um projecto de realidade virtual para aprender Física”, “Laboratórios Didácticos” e “Físicos na Saúde”, seguindo-se no final um lanche. A sessão aos novos alunos foi complementada mais tarde com uma visita guiada aos laboratórios.

Laboratórios para o novo programa do 10º ano

O Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto passou a dispor de um laboratório destinado à formação contínua de professores do 3º ciclo e secundário. Como primeira iniciativa, encontram-se já disponíveis as 10 actividades laboratoriais previstas no projecto de programa do 10º ano (Física).

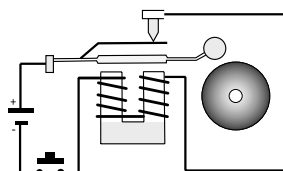
Numa primeira fase, estas últimas irão ser testadas por um grupo de professores, no âmbito de um curso de formação do programa “Foco”, intitulado “A Abordagem Laboratorial no Ensino da Física”. Numa segunda fase, estarão disponíveis para todos os professores interessados, mediante marcação, através do telefone 22.608 27 55 (D. Luísa) ou de um formulário disponível em <http://www.fc.up.pt/fis>.

Pretende-se assim contribuir para a formação dos professores ao nível do laboratório, assegurando uma mudança das práticas lectivas. Simultaneamente, poderão resultar dos resultados desta experiência sugestões para uma gestão adequada da componente laboratorial do programa. O acompanhamento deste trabalho é da responsabilidade dos docentes de Didáctica da Física.



Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
Rua Soeiro Pereira Gomes; 15 - R/C Frente
BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

Física em Portugal

Mário Silva: o professor, o cientista e o político

Há um século nascia em Coimbra o Prof. Mário Augusto da Silva, uma das mais notáveis personalidades da Física em Portugal. É a sua memória que se evoca neste artigo.



Mário Silva (1901-1977)

Mário Augusto da Silva nasceu em Coimbra, na freguesia da Almedina, a 7 de Janeiro de 1901, fez agora cem anos, e morreu em Coimbra a 13 de Julho de 1977. Licenciou-se em Físico-Químicas pela Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra. A sua carreira académica, apesar de interrompida compulsivamente no ano de 1947, foi brilhante, podendo ser considerado uma das maiores personalidades da Física em Portugal no século XX. Apresentamos, resumidamente, alguns dos seus dados biográficos.

Em 1921 iniciou a sua carreira académica, tendo sido nomeado 2º Assistente do 1º Grupo da 2ª Secção da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra. No ano seguinte passou a 2º Assistente e em 1924 a 1º Assistente. No dia 17 de Julho de 1931 ficou Professor Catedrático de Física ao defender a tese: "Sobre dois Métodos de Determinação da Probabilidade - h - de Thomson". Foi nomeado Director do Laboratório de Física em 20 de Novembro desse mesmo ano.

A sua actividade pedagógico-científico ficou assinalada por várias publicações, destacando-se:

- "Lições de Física para Uso dos Alunos do Curso de Preparatórios Médicos da Faculdade de Ciências", 1932.
- "Newton, Experimentador", 1932.
- "Lições de Física", 1932, 1940, 1942.
- "Algumas considerações sobre a forma complexa das leis de Kirchhoff aplicável aos circuitos em corrente alternada", 1942.
- "Mecânica Física", vol. I - "Newton-Einstein", 1945.
- "Teoria do Campo Electromagnético" - vols. I - III, 1945, 1947. (O fim da sua carreira académica impediu a finalização desta obra.)
- Tradução do livro "O Significado da Relatividade", de A. Einstein, com uma "Explicação Prévia" da sua autoria, Arménio Amado 1958.
- "Elogio da Ciência", Coimbra Editora, 1967. (Esta obra tinha sido concluída em 1963).

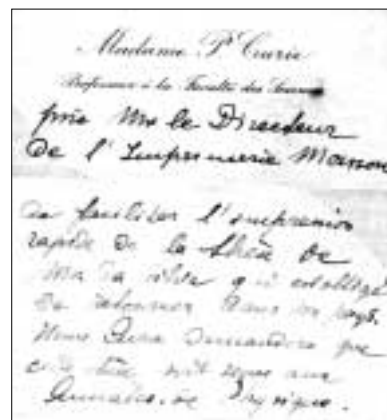
O cientista

Em 1925 Mário Silva iniciou o doutoramento no Instituto do Rádio de Paris, onde realizou demonstrações experimentais de aulas e conferências proferidas por Marie Curie. Foi colega e amigo de grandes cientistas que, na mesma altura, preparavam também as suas teses de doutoramento, como Frédéric Joliot, Irène Curie, Rosenblum, Proca, Frilley, Consigny, Jedrzejewski, etc. Conviveu com outras grandes figuras desse tempo, como Paul Langevin (que visitou Coimbra em 1929), Jean Perrin, Debiérne e Holweck. Em 15 de Janeiro de 1926 foi eleito membro da "Société Française de Physique". Em 1927 esteve presente em Paris nas cerimónias comemorativas do primeiro centenário da morte do físico francês Fresnel, juntamente com H. Lorentz, J. J. Thomson, Marie Curie, Niels Bohr e Albert Einstein. Na Academia das Ciências de Paris, Jean Perrin apresentou algumas comunicações de Mário Silva:

- "Mobilité des Ions Négatifs et Courants d'Ionisation dans l'Argon

Pur", Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris (t. 183, p. 287, Julho de 1926). Este trabalho foi escrito em colaboração com Marcel Laporte.

- "Sur une Nouvelle Détermination de la Période du Polonium", Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris (t. 184, p. 197, Janeiro de 1927). (O valor actual para o período do polónio é muito próximo do determinado por Mário Silva).
- "Sur la Déformation de la Courbe d'Ionisation dans l'Argon Pur par Addition d'Oxygène", Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris (t. 185, p. 65, Julho de 1927).
- "Sur l'Affinité de l'Oxygène pour les Électrons", Comptes Rendues de l'Académie de Sciences de Paris (t. 186, p. 583, Fevereiro de 1928).
- "Electrons et Ions Positifs dans l'Argon Pur", Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris (t. 187, p. 32, Julho de 1928).



Bilhete de M. Curie sobre a tese de M. Silva

Mário Silva obteve o "Doctorat d'Etat, ès-sciences", pela Universidade de Paris, em 1928, com a menção "très honorable". Defendeu a tese intitulada "Recherches Expérimentales sur l'Électroaffinité des Gaz", cujo júri era formado por três grandes cientistas franceses: Marie Curie (que presidiu), Jean Perrin e André Debiérne. No ano seguinte foi nomeado Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra. A solicitação de Madame Curie, a sua tese de

doutoramento foi publicada nos "Annales de Physique", X Série, tome XII, Setembro de 1929.

Em 1929 iniciou em Coimbra trabalhos com vista ao estudo dos núcleos atómicos, que tiveram de ser interrompidos por exigência da universidade. Era então bolseiro da Universidade de Paris, tendo recebido, também a pedido de Marie Curie, a bolsa Arconatti-Visconti, no valor de 15 000 francos franceses, para trabalhos de investigação em França. Em 1930 obteve uma bolsa da Junta de Educação Nacional para trabalhos de investigação no país.

Juntamente com o Professor de Medicina Álvaro de Matos, criou em 1931 o Instituto do Rádio de Coimbra. Apesar de pronto a funcionar e de Madame Curie ter aceite vir à inauguração, o que devia ter sido o primeiro Instituto de Física Nuclear português e também o primeiro Instituto de Oncologia nunca foi oficializado.

Em Coimbra, publicou vários artigos na revista da Faculdade de Ciências e na Série de Publicações do Departamento de Física, que iniciou.

Em 21 de Janeiro de 1941 foi eleito membro da "American Physical Society". No mesmo ano foi nomeado Secretário da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra. No ano seguinte proferiu a Oração de



Sapiência na abertura do ano académico de 1942-43, a que deu o título de "Elogio da Ciência". No ano de 1947 foi inscrito no "Who's Important in Science". No ano de 1967 foi convidado oficialmente pelo

governo francês para assistir ao primeiro centenário do nascimento de Marie Curie.

A criação do Museu Pombalino

No ano de 1934 iniciou a recuperação do espólio que pertenceu ao primeiro Gabinete de Física Experimental, criado pela Reforma Pombalina de 1772. Em 1938 apresentou à Academia das Ciências de Lisboa a comunicação "Um Novo Museu em Coimbra: O Museu Pombalino de Física da Faculdade de Ciências de Coimbra", posteriormente publicada na Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra (vol. VIII, 1939). No Congresso da História da Actividade Científica Portuguesa, realizado em Coimbra em Novembro de 1940, apresentou uma comunicação intitulada "A Actividade Científica dos Primeiros Directores do Gabinete de Física que a Reforma Pombalina criou em Coimbra em 1772", publicada na Revista da Faculdade de Ciências (vol. X, 1940). Pelo trabalho de recuperação que levou à criação do Museu Pombalino foi-lhe atribuído um louvor público, que veio publicado em 1942 no Diário do Governo. O Museu de Física está hoje aberto ao público, mostrando à entrada a efigie de Mário Silva.

Em 1933 criou, juntamente com o seu assistente Teixeira Lopes e com Armando Lacerda, director do Laboratório de Fonética Experimental da Faculdade de Letras, a primeira emissora de rádio do país: a projectada Emissora Universitária de Coimbra. O emissor vem descrito num artigo publicado, em 1933, no vol. III da Revista da Faculdade de Ciências. Infelizmente o projecto teve de ser abandonado. Ainda nesta área, criou e dinamizou o Rádio Clube do Centro de Portugal.

O político

A actividade política de Mário Silva acentuou-se em 1946 quando foi nomeado vice-presidente da Comissão Distrital por Coimbra do Movimento de Unidade Democrática (MUD). Foi preso

pela primeira vez pela PIDE em 21 de Agosto de 1946. Permaneceu preso durante cerca de dois meses sem culpa formada. Posteriormente voltaria a ser preso, em regime de prisão domiciliária. Foi aposentado compulsivamente da Universidade de Coimbra através do Despacho do Conselho de Ministros publicado no Diário de Governo (primeira série, nº 138 de 18 de Junho de 1947), confirmado no ano seguinte por despacho da Caixa Geral de Aposentações.

No ano de 1950 foi nomeado "Consultor Científico" da Philips Portuguesa, função da qual se reformou em 1966.

Foi candidato, pela oposição, a deputado à Assembleia Nacional nas eleições de 1961.

Por despacho do ministro Veiga Simão, de 3 de Fevereiro de 1971, Mário Silva foi nomeado Presidente da Comissão de Planeamento do Museu Nacional da Ciência e da Técnica. Foi responsável pelas publicações do Museu, que incluíram 9 volumes entre 1971 e 1979. Em 1976 foi oficializado esse museu, sendo nomeado seu director. Neste mesmo ano foi oficialmente reintegrado como Professor Catedrático da Universidade de Coimbra. O Museu Nacional da Ciência e da Técnica está hoje em fase de reestruturação.

No dia 3 de Outubro de 1997 foi prestada uma homenagem pública a Mário Silva no Museu de Física da Universidade de Coimbra. Nesta homenagem estiveram presentes, para além das autoridades académicas, o Presidente da República, Jorge Sampaio, a Dra. Maria Isabel da Silva Nobre, filha de Mário Silva, e o Prof. Dr. José Veiga Simão.

O Departamento de Física da Universidade de Coimbra está a comemorar o centenário do nascimento de Mário Silva. Na Internet, em <http://www.fis.uc.pt/museu/msilva/index.html>, pode ser consultada ampla documentação sobre Mário Silva, incluindo uma fotobiografia. Em Janeiro de 2001 abriu no Departamento de Física uma exposição bibliográfica e documental que inclui

vários documentos relativos à sua actividade pedagógica e científica. Vai também ser dado o seu nome a um dos anfiteatros do Departamento.

João Paulo Nobre

Departamento de Engenharia Mecânica da FCTUC e neto de Mário Silva
joão.nobre@mail.dem.uc.pt

Décio Ruivo Martins e Carlos Fiolhais

Departamento de Física da FCTUC
decio@pollux.fis.uc.pt
tcarlos@teor.fis.uc.pt

Teses de Mestrado em Ensino no Porto

No ano de 2000 concluíram-se as seguintes teses de Mestrado em Física para o Ensino, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto:

- Elisa Maria da Silva, "Luz e Calor. Experiências simples para compreender a Física do dia-a-dia".
- Rolando da Silva Soares, "Experiências com LEDs".
- Ana Paula Lima, "Magnetismo no Ensino Secundário - uma abordagem experimental".
- Albina Teixeira da Costa, "Aspectos interdisciplinares da Física no contexto do Ensino Básico".

Alterações climáticas globais

Nos dias 3 e 4 de Novembro do ano passado decorreu na Fundação Gulbenkian, em Lisboa, uma "Conferência Internacional Alterações Climáticas: Bases Científicas e Implicações Científicas e Políticas", que registou a participação de vários especialistas nacionais e internacionais. O físico Filipe Duarte Santos foi membro da comissão organizadora.

Encontros com Rómulo de Carvalho



Rómulo de Carvalho

O Museu de Ciência da Universidade de Lisboa organiza os "Encontros com Rómulo de Carvalho" entre Abril e Setembro de 2001, em complemento à exposição "Pedra Filosofal: Rómulo de Carvalho/António Gedeão", aberta de 23 de Março a 22 de Setembro do corrente ano. O programa é o seguinte.

- 4 de Abril, 18 h, palestra de João Caraça sobre "Rómulo de Carvalho enquanto divulgador da Ciência". Demonstrações experimentais: Carlos Fiolhais. Testemunho: Natália Nunes.
- 2 de Maio, 18 h, palestra de António Nunes dos Santos sobre "Rómulo de Carvalho enquanto Historiador da Ciência". Testemunho: Frederico de Carvalho.
- 6 de Junho, 18 h, palestra de Marcelo Rebelo de Sousa sobre "Rómulo de Carvalho enquanto professor". Demonstrações experimentais: António Vallera. Testemunhos: Mariana Fernandes, Artur Marques da Costa e David Ferreira.
- 4 de Julho, 18 h, palestra de Maria Lúcia Lepecki sobre "Rómulo de Carvalho enquanto António Gedeão". Testemunho: Christopher Aureta.
- 22 de Setembro, 18 h, palestra de Rui Namorado Rosa sobre "O Pensamento e a Obra de Rómulo de Carvalho no contexto da sua época (Síntese final)". Testemunho: Fernando Bragança Gil.

Contacto: Marta Lourenço, Museu de Ciência da Universidade da Lisboa, Rua

da Escola Politécnica, 58, 1250-102 Lisboa, tel. 21.3921858/08, 21.3909326,
martal@museu-de-ciencia.ul.pt,
<http://www.museu-de-ciencia.ul.pt>

Escola de Verão no Caramulo...

O Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra está a organizar uma Escola de Verão, a ter lugar no Hotel Quality do Caramulo de 28 de Agosto a 1 de Setembro próximos. O tema é "Teoria das Funcionais da Densidade", sendo professores convidados os Drs. Reiner Dreizler (Frankfurt), John Perdew (New Orleans), Eberhard Gross (Wuerzburg), Rex Godby (York), José Luís Martins (Lisboa) e Eberhardt Engel (Frankfurt). Contacto: Fernando Nogueira, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra, tel. 23 941 06 22, fax 23 982 91 58,
fnog@teor.fis.uc.pt,
<http://cfc.fis.uc.pt/DFT2001/index.html>

Grupo de trabalho sobre Física Médica em Portugal

Os físicos são profissionais que, no domínio da saúde, dão um forte contributo para uma adequada transferência de tecnologia para os hospitais, contribuindo para um acréscimo de qualidade dos serviços de saúde prestados.

A reconhecida insuficiência de profissionais na área da Física Médica em Portugal está a ser analisada por um grupo de trabalho, mandatado pela Sociedade Portuguesa de Física. Este grupo de trabalho é constituído por físicos dos três ramos da Física Médica (Radioterapia, Radiologia e Medicina Nuclear) e tem por objectivo elaborar um documento em que se faça o mapa da situação (número de físicos e seu enquadramento profissional) de modo a permitir confrontá-la com as recomendações europeias da "European Federation of Organizations of

Medical Physics” (EFOMP), enunciar as necessidades, e fazer recomendações, nomeadamente ao nível do quadro desejável de formação e treino e das respectivas exigências de enquadramento legislativo.

Nesse sentido, e como ponto de partida, está a ser lançado um inquérito destinado a obter dados actualizados e fiáveis quer sobre a situação dos físicos nos hospitais, quer sobre o equipamento instalado.

A constituição do grupo de trabalho é a seguinte: J. J. Pedroso de Lima (Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra); M. Carmo Lopes (Centro Regional de Oncologia de Coimbra - Instituto Português de Oncologia da Fundação Gulbenkian, IPOFG); Amália Nogueira (Centro de Lisboa do IPOFG); José Afonso (Centro de Lisboa do IPOFG); Jorge Isidoro (Hospitais da Universidade de Coimbra).

... E de Outono em Lisboa

A XVIII Escola de Outono vai realizar-se no Instituto Superior Técnico entre 9 e 13 de Outubro próximo. O tema é “Topologia de Sistemas Fortemente Correlacionados”.

Como a finalidade destas Escolas de Outono é a promoção científica, a participação de estudantes de universidades portuguesas é, como tem sido feito em anos anteriores, gratuita. No entanto é obrigatória a inscrição. Os participantes nestas condições não terão direito nem às actas nem ao programa social. Esta escola está limitada a um número máximo de 80 participantes.

Entre os professores convidados contam-se G. 't Hooft (duas lições, com título a anunciar), A. Caldeira (“Mobility of topological excitations in low dimensional magnetic systems”), D. J. Thouless (“Vortices, quantization of circulation and flux in superfluids”) e J. Zinn-Justin (“Anomalies and regularization in chiral gauge theories”).

Contacto: xviiischool@cfif.ist.utl.pt, <http://cfif.ist.utl.pt/xviiischool/>.

O prazo de inscrição é 30 de Abril.

Provas na Covilhã, Coimbra e Lisboa

Realizaram-se em Maio de 2000 na Universidade da Beira Interior as provas de aptidão pedagógica e de capacidade científica de Vasco Miguel Almeida. O domínio científico foi a óptica fisiológica e ciências da visão.

Na Universidade de Coimbra realizaram provas de agregação em 2000 e 2001 os Drs. Carlos Correia, Isabel Lopes, Paulo Mendes e João Gil.

Na Universidade de Lisboa realizou provas de agregação, em Novembro de 2000, o Dr. Paulo Crawford.

Física em Torres Vedras

O Núcleo de Ciência do Académico de Torres Vedras organizou um programa sobre “Aproximações à Física”, que decorreu entre 22 de Janeiro e 2 de Fevereiro de 2001.

Esta iniciativa veio no seguimento de uma outra realizada em Janeiro de 2000, “Aproximações à Matemática”,

que teve por base a exposição “M. C. Escher - Arte e Matemática” e que contou com a participação de numerosos professores e alunos.

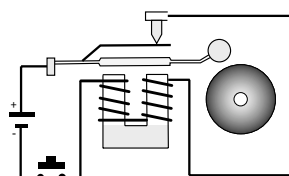
O Académico de Torres Vedras é uma associação juvenil com 5 anos de existência que desenvolve várias actividades, incluindo a promoção e difusão da ciência. O Núcleo de Ciência tem vindo a promover actividades em colaboração com escolas básicas e secundárias do concelho. Entre elas destacam-se:

- “Vamos Conhecer Cientistas”: destina-se a alunos do secundário e estabelece um contacto directo entre investigadores convidados e alunos, num ambiente de tertúlia (a actividade já se realizou nas áreas da Biologia e da Física);
- “Jogos de Ciência”: destina-se a alunos do 1º ciclo e consiste na realização de experiências simples de ciência, com o objectivo de despertar a curiosidade científica e o gosto pela aprendizagem;
- “Vamos Ver Estrelas”: este projecto destina-se aos alunos do 1º ciclo. Pretende despertar neles o gosto pela Astronomia através do contacto com instrumentos de observação e “software” de Astronomia.



Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
Rua Soeiro Pereira Gomes; 15 - R/C Frente
BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

Fundação Francisco Pulido Valente

No dia 10 de Maio próximo, pelas 12 h, a Fundação Professor Francisco Pulido Valente organiza na Aula Magna da Faculdade de Medicina de Lisboa (Hospital de Santa Maria, piso 3) a sessão de entrega do Prémio Pulido Valente, sendo orador o Dr. Manuel Paiva, da Universidade Livre de Bruxelas, que falará sobre "Que futuro para a Física Biomédica?". Contacto da Fundação: Av. das Tulipas, lote 10- 2º Esq., Miraflores, Algés, 1495 Lisboa, tel. 21.4102967.

Professores do Secundário no CERN

Decorreu entre 2 e 22 de Julho do ano passado, em Genebra, uma Escola de Verão para professores do ensino secundário de Física, organizada pelo CERN, com a colaboração do LIP - grupo Outreach. Participaram 28 professores de 18 países, dois dos quais de Portugal.

Participar nesta escola foi uma experiência muito enriquecedora, pois permitiu adquirir e consolidar conhecimentos sobre Física das partículas, trocar experiências com colegas de diferentes nacionalidades e, principalmente, contactar com uma instituição onde se

faz investigação científica de ponta. Visitar o Delphi e o local onde se produz antimatéria, tomar conhecimento das características do novo acelerador (LHC) que proporcionará a colisão de hádrons, discutir e analisar velhas imagens provenientes de câmaras de bolhas foram alguns dos aspectos importantes desta escola. Em síntese, foram três semanas de muito trabalho mas também de muito entusiasmo.

No site <http://teachers.cern.ch> podem encontrar-se mais informações sobre esta escola e as seguintes. Em particular, estão lá alguns dos trabalhos realizados durante a escola.

Maria Octávia Santos
Escola Secundária Júlio Dantas - Lagos
lp241985@ip.pt

Exposição sobre fusão no IST

O Centro de Fusão Nuclear do Instituto Superior Técnico organizou em Novembro passado uma exposição sobre "Fusão Nuclear: A energia das estrelas. Uma fonte de energia para os próximos séculos". Esta iniciativa decorreu no quadro do contrato de associação celebrado entre aquele Instituto e a "European Atomic Energy Community". Simultaneamente, organizou

um concurso destinado a jovens sobre "Fusão, Energia e Ambiente".

Ano Internacional da Matemática

Por ocasião do Ano Internacional da Matemática, ao qual muitos físicos se associaram, a Sociedade Portuguesa de Matemática foi condecorada a 2 de Outubro de 2000 pelo Presidente da República com o grau de Membro Honorário da Ordem de Instrução Pública. Jorge Sampaio condecorou ainda nove investigadores e docentes de Matemática portugueses, pelo seu contributo ao desenvolvimento da disciplina.



Boletim "Astronovas"

O Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa e o Observatório Astronómico de Lisboa divulgam um boletim electrónico intitulado "Astronovas". Trata-se de uma lista de distribuição de notícias de Astronomia em Português. Contacto: Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa, Observatório Astronómico de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa, tel. 21.3616739, fax: 21.3616752. Sugestões de notícias poderão ser enviadas para o endereço astronovas@oal.ul.pt. Para proceder à inscrição basta enviar a mensagem "subscribe astronovas" (sem aspas nem assunto) para majordomo@oal.ul.pt.



Professores do Secundário no CERN

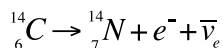
Física no Mundo

O Kosovo, as bombas da Nato e a Física

A comunicação social tem dado grande destaque ao problema da utilização, na Bósnia e no Kosovo, de munições com urânio empobrecido. Assim, é natural que, em algumas escolas, os alunos tenham questionado os seus professores sobre este assunto. Pretendemos, com esta nota, dar um contributo para esclarecer o assunto.

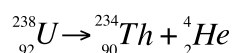
Todos os elementos atómicos, cerca de uma centena, apresentam mais do que um isótopo. A Tabela 1 mostra alguns exemplos. Assim, para o hidrogénio, existem três isótopos, ocorrendo na Natureza os dois primeiros na percentagem indicada. Em cada cem mil moléculas de água, cerca de 30 têm um átomo do isótopo 2_1H (deutério) em vez do mais vulgar 1_1H . Do ponto de vista químico, átomos ou moléculas feitas com diferentes isótopos de um mesmo elemento têm comportamento idêntico, isto é, a água com deutério lava tal e qual a outra!

A mesma tabela mostra ainda alguns isótopos doutros elementos. Alguns, indicados com um asterisco, são radioactivos. Quer dizer, um núcleo de um átomo de um destes elementos transforma-se espontaneamente num núcleo de um outro elemento atómico. Por exemplo:



o que significa que o carbono 14 se transformou em azoto 14 com a emissão de um electrão e de um

antineutrino. Este tem uma dificuldade enorme em interagir com a matéria, podendo por isso atravessar a Terra de um lado a outro. Pelo contrário, os electrões emitidos neste tipo de radioactividade, designada por radioactividade β , interagem com a matéria. Um segundo tipo de núcleos radioactivos desintegram-se emitindo partículas α , que são núcleos do isótopo 4 do hélio. Um exemplo é:



A estas duas formas de radiação, temos de juntar a radiação γ . Agora trata-se de radiação do mesmo tipo que a luz visível, só que com uma energia cerca de um milhão de vezes superior. Esta radiação, contrariamente aos casos anteriores, é emitida quando estados excitados de um determinado núcleo passam a outros estados menos excitados, do mesmo isótopo, libertando o excedente de energia. Trata-se de um processo em tudo análogo à emissão de luz pelos átomos devido à transição dos electrões entre níveis de energia diferentes. Por este facto, em muitos declínios, quer do tipo α quer do tipo β , a radiação γ está presente porque o núcleo-filho, que resultou da desintegração do núcleo inicial, fica num estado excitado e liberta-se dessa energia emitindo radiação γ .

Quando se fala de radioactividade, um parâmetro importante é a meia-vida ("half life"), $Tt_{1/2}$. Trata-se do tempo necessário para que um certo número de átomos do isótopo radioactivo se reduza a metade. Para três dos isótopos radioactivos da tabela está indicado o valor do $Tt_{1/2}$. A actividade, A , de uma

determinada amostra radioactiva é inversamente proporcional à meia-vida. Com efeito:

$$A = N \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

em que N é o número de átomos da amostra. Apesar do ${}^{14}_6C$ estar presente na Natureza na percentagem indicada, incrivelmente pequena, um grama de carbono natural tem uma actividade de 16 desintegrações por minuto. Em contrapartida, um grama de potássio natural, no qual o isótopo radioactivo aparece numa percentagem que é 10^{10} vezes maior, tem uma actividade apenas cem vezes maior, cerca de 1600 desintegrações por minuto. Este exemplo mostra bem que os isótopos com maior vida média têm, para a mesma quantidade de matéria, actividades menores. Deste ponto de vista, o facto do ${}^{238}_{92}U$ ter uma vida média de 4500 milhões de anos é favorável. Uma amostra de 1 g de ${}^{238}_{92}U$ puro tem uma actividade de cerca de 12 mil desintegrações por segundo. O chamado urânio empobrecido é urânio natural ao qual foi praticamente retirado o isótopo ${}^{235}_{92}U$, utilizado na indústria nuclear, isto é, no limite será 100% ${}^{238}_{92}U$. Estamos a admitir que o urânio empobrecido foi obtido a partir de urânio natural e não, por exemplo, a partir do processamento de combustível nuclear já utilizado.

Já dissemos que o urânio 238 se desintegra emitindo radiação α e originando um outro elemento, o tório 234. Este, por sua vez, também é radioactivo. Desintegram-se por emissão γ originando o protoactínio 234. Inicia-se assim a família de declínios radioactivos ilustrada na tabela 1 que termina no chumbo 206, que é estável. Nesta figura, as desintegrações por emissão α estão indicadas por uma seta a vermelho enquanto as desintegrações β estão indicadas por setas a azul. Cada isótopo está indicado por um rectângulo no interior do qual se mostra a vida média. Os correspondentes número atómico, Z , e número de massa, A , podem ler-se na

	Pb	Bi	Po	Rn	Ra	Th	Pa	U
	82	83	84	86	88	90	91	92
238								$4,5 \times 10^9$ a
234						24 d	$1,2$ m	$2,5 \times 10^4$ a
230						$1,6 \times 10^4$ a		
226					1620 a			
222					3,8 d			
218					3 m			
214	27 m	20 m	164 ms					
210	22 a	5 d	138 d					
206								

Tabela 1

Potássio	40* 41	0,01 6,73	1,25 x 10 ⁹
Platina	190* 194 195	0,01 32,9 33,8	
Chumbo	204* 206 207 208	1,4 24,1 22,1 52,4	
Urânio	234* 235* 238*	0,0055 0,72 99,2745	4,5 x 10 ⁹

Tabela 2

escala horizontal e vertical, respectivamente. Veja-se a enorme variação entre as vidas médias dos vários declínios, que vão do milhar de milhão de ano até alguns milionésimos de segundo. Este facto tem importância quando se calcula a actividade dos vários membros da família radioactiva. Está fora do âmbito deste artigo fazer esse cálculo. Contudo, importa referir algumas conclusões. Mesmo que inicialmente se tenha urânio 238 puro, se esperarmos um tempo suficientemente longo todos os elementos até ao chumbo irão estar presentes na amostra. Mas, esse tempo suficientemente longo é da ordem do milhão de anos! Para tempos mais curtos, até ao milhar de anos, a amostra só conterá os quatro primeiros isótopos da família. Na verdade, como o segundo e o terceiro elementos da família têm vidas médias curtas comparadas com a vida média do urânio 238, ao fim de pouco tempo estabelece-se um regime de equilíbrio em que a actividade dos quatro primeiros membros da família é essencialmente igual.

Vejamos agora alguns aspectos do efeito das radiações. A interacção das radiações com a matéria, nomeadamente a matéria viva, deve-se ao seu efeito ionizante. Quer dizer, as radiações ao passarem na matéria perdem energia provocando estragos nos átomos (arrancam-lhe electrões). Sendo a célula, como toda a matéria, constituída por átomos, todas as radiações provocam estragos nas células. Dito isto, temos agora que distinguir entre os vários tipos de radiação. Assim, as partículas α são pouco penetrantes, dificilmente atravessam uma vulgar folha de papel. As partículas β

são mais penetrantes mas uma folha de alumínio com alguns milímetros é suficiente para nos proteger dos seus efeitos. Em contrapartida, a radiação γ é bastante penetrante. A protecção contra este tipo de radiações exige blindagens especiais nomeadamente com chumbo. Uma amostra de urânio 238, com alguns meses ou anos, emite, como já dissemos, partículas α . Mas também emite partículas β , provenientes dos declínios do tório e do protactínio, e alguns raios γ , de baixa energia. Como o efeito das radiações tem a ver com a sua absorção, para o avaliar temos que comparar a energia que cada radiação deposita por kg de material absorvente. Isto chama-se dose de radiação cuja unidade usual, denominada rad (iniciais de "radiation absorbed dose") corresponde à quantidade de radiação que deposita a energia de 10^{-2} joules por quilograma. Comparemos agora duas radiações, α e γ , com a mesma energia. Admitamos que ambas são absorvidas num mesmo material. Como a primeira tem um percurso pequeno em comparação com a segunda (que, como dissemos, é mais penetrante), a energia no primeiro caso é depositada num pedaço mais pequeno. Então, se o meio absorvedor for um ser vivo, a radiação com menor percurso provoca maior destruição num número menor de células. Claro que os seres vivos têm mecanismos biológicos para repararem as células. Contudo, tal reparação poderá ser impossível se a destruição for muito grande. Temos então a situação, aparentemente contraditória, de as radiações α , das quais mais facilmente nos podemos proteger (não atravessam uma folha de papel), serem as que potencialmente podem provocar maiores danos biológicos. Para tal, basta que, inadvertidamente, a substância radioactiva emissora das partículas α seja introduzida no organismo por ingestão ou inalação. Para tomar em linha de conta a diferença do efeito biológico das diferentes radiações é habitual definir um parâmetro designado por RBE

("Relative Biological Effectiveness"). O seu valor, para as partículas β e γ , é da ordem de 1 ao passo que é da ordem de 10 para as partículas α . O produto rad vezes RBE designa-se por rem.

Estamos agora em condições de abordar a seguinte questão. Consideremos a tal amostra de 1 g de urânio 238 e imaginemos que vamos viver a um metro dela durante um ano. Ao fim desse ano teríamos recebido uma dose da ordem de 26 mrem. Pois bem, o National Council on Radiation Protection dos Estados Unidos estima que, em média, cada cidadão americano receba, por via da utilização de raios X como meio de diagnóstico médico, uma dose anual de 53 mrem. A comparação destes números pode ser tranquilizante quanto aos efeitos biológicos do urânio 238. Contudo, apesar da radiação ambiente ser pequena e das doses médias serem desprezáveis, não estão excluídos efeitos nefastos nalguns indivíduos que, por qualquer motivo, tenham inalado ou ingerido partículas de urânio empobrecido. Nesta situação, além do efeito das radiações, tem ainda de ser considerada a toxicidade química deste material.

Ana Eiró

ana.eiro@sa.fc.ul.pt

Augusto Barroso

barroso@cii.fc.ul.pt

Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

CONTAMINAÇÃO NUCLEAR?

A propósito da recente questão do urânio no Kosovo, a "Gazeta" ouviu o Dr. Adriano Pedroso de Lima, físico nuclear experimental no Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

P. - Há ou não "contaminação nuclear" no Kosovo?

R. - Certamente que tem de haver, entrando em conta com a massa de

urânio que lá foi depositada. Os riscos devidos a essa contaminação, que agora poderão ser razoavelmente pequenos, deviam ter sido divulgados à população e aos soldados. O pó de urânio, criado nos impactos e levantado durante a remoção dos escombros, podia facilmente conduzir a contaminação interna. Considero que a NATO é responsável por não ter fornecido informação específica para estas circunstâncias.

P. - As doenças reportadas por soldados são consequência da radioactividade?

R. - O facto de não estar estatisticamente provada essa possibilidade não exclui que assim seja. Não tenho conhecimento de qualquer análise efectuada com o rigor exigível para se poderem apresentar conclusões creíveis.

P. - Acha que devia haver uma proibição ou moratória de armas contendo materiais radioactivos, ainda que em pequenas quantidades?

R. - Considero que o uso de resíduos provenientes de reactores, a verificar-se, deve ser proibido de imediato. Quanto aos resíduos do processamento do urânio natural parece-me importante fazer uma moratória até completo esclarecimento da situação. A utilização de projecteis altamente perfurantes, construídos com materiais de elevada densidade, permite evitar o uso de explosivos que, sem dúvida, iriam produzir mais mortes no momento do impacto. Porém, o uso do urânio para aumentar a eficiência destes projecteis tem de ser encarado com os devidos cuidados. Por exemplo, os valores elevados de doses internas devidas ao pó de urânio, apresentados nos relatórios da United Nations Environment Programme e da United Nations Centre for Human Settlements sobre o Kosovo (ver em <http://www.fis.uc.pt>, Anúncios), mereceriam, em meu entender, comentários mais clarificadores dos riscos envolvidos.

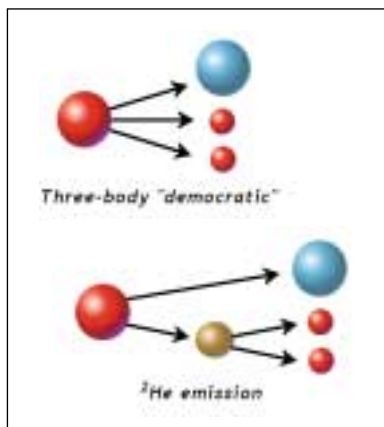
Para além de todos os riscos por contaminação radioactiva e de metais pesados está, perante a opinião pública, posta em causa a credibilidade de organizações internacionais. Em defesa dos direitos

humanos e também da democracia, torna-se imperioso proceder a uma análise criteriosa das consequências do uso de materiais radioactivos em projecteis.

Decaimento de dois protões

Algumas das notícias que a "Gazeta de Física" tem publicado nesta secção são extraídas de "The American Institute of Physics Bulletin of Physics News" (por Phillip F. Schewe, Ben Stein e James Riordon). É o que acontece com as notícias seguintes.

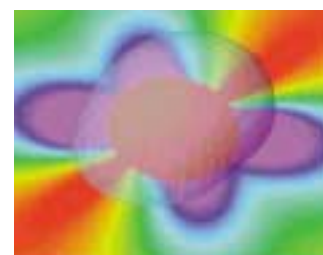
Em experiências recentes sobre processos de decaimento nuclear no neon observou-se a emissão de dois protões. Cientistas do "Oak Ridge National Laboratory" (ORNL) crêem ter detectado a emissão de pares de protões de um estado excitado de neon-18, um isótopo que formaram disparando átomos de fluorina para um alvo rico em hidrogénio. Alguns teóricos previram esses decaimentos, mas nenhuma experiência anterior os tinha detectado. Se confirmado, o processo poderia fornecer novas ideias sobre a força que mantém os núcleos ligados e faz emitir os protões na forma de um núcleo de hélio-2. É possível que a Natureza nos esteja a enganar e que os protões estejam a abandonar os núcleos de néon separada mas simultaneamente por um efeito conhecido por emissão democrática (ver figura, extraída de <http://www.aip.org/physnews/graphics>).



Emissão de dois protões

Os investigadores têm, no entanto, esperança que possam validar o decaimento por pares de protões com um novo detector que deve ser inaugurado no ORNL dentro de um ano. (J. Guemez del Campo *et al.*, Physical Review Letters, 1 January 2001.)

Choque de buracos negros



Choque de buracos negros

Os buracos negros são os objectos mais densos do universo, com campos gravitacionais suficientemente poderosos para aprisionar a luz e tudo resto que passe perto. De modo que parece difícil pegar num deles e "cortar-lhe o pescoço". Mas foi o que um grupo de físicos fez numericamente falando. O objectivo desta mutilação matemática foi o de compreender a dinâmica da colisão de dois buracos negros e as ondas gravitacionais que são então geradas. A matemática para descrever as interações de buracos negros é tão complexa que ninguém está completamente seguro como serão as ondas gravitacionais resultantes. Apesar das simulações computacionais ajudarem, muitos algoritmos falham quando tratam regiões perto de singularidades do buraco negro onde os campos gravitacionais se aproximam de infinito. Um grupo de investigadores das Universidades do Texas, Pittsburgh, British Columbia e Penn State evitaram as dificuldades dessas singularidades tirando os dados problemáticos das suas simulações. Só as porções dentro dos horizontes dos buracos negros são ignoradas. Uma vez que um horizonte de acontecimentos fica à distância de um buraco negro onde a gravidade é

tão intensa que nem a luz consegue escapar, é impossível à informação passar para fora do horizonte. O impasse da informação significa cortar a parte interna de um buraco negro que não afecta as soluções computacionais das regiões fora dos buracos. Numa simulação recente os investigadores consideraram uma colisão rasante de dois buracos negros. Os buracos fundiram-se num, radiaram energia na forma de ondas de gravidade e oscilaram como um bloco de gelatina (ver figura). Cálculos como estes ajudarão eventualmente os cientistas a interpretar os sinais de uma nova geração de detectores de ondas de gravidade, incluindo o recente "Laser Interferometer Gravitational Observatory", que vai varrer os céus procurando interações envolvendo buracos negros, estrelas grandes, e outros objectos de grande massa. (S. Brandt *et al*, Physical Review Letters, 25 December 2000.)

Voo parabólico de estudantes

Um dos projectos mais excitantes do programa de educação e divulgação científica da ESA é a campanha anual de voo parabólico de estudantes. Um avião efectua um voo parabólico em que proporciona a imponderabilidade aos tripulantes durante cerca de meio minuto. A campanha de 2000 em Bordéus (França) deu oportunidade a 120 estudantes de 11 países europeus, entre os quais portugueses, de ter a sua primeira experiência de imponderabilidade. Todos eles obtiveram uma motivação única para aprender mais ciência e tecnologia e alguns iniciarão mesmo uma carreira de investigação espacial. Em 2001 realiza-se uma campanha semelhante, podendo a respectiva inscrição realizar-se em <http://www.estec.esa.nl/outreach>.

A campanha será ligada à missão FOTON M-1, que se segue à tão bem sucedida missão FOTON 12. A nave FOTON é montada num lançador

Soyuz LV, que a envia para uma órbita de baixa altitude durante duas a três semanas. O "Office for Educational Outreach" da ESA tem atribuída uma carga de 7 kg nesta nave, que deve ser lançada em 2002. Na inscrição na Web é necessário indicar se a proposta de experiência é para o voo parabólico apenas ou também para a missão. Os experimentadores da missão FOTON devem também voar com o seu equipamento na campanha do voo parabólico. Haverá oportunidades ainda maiores com o advento da Estação Espacial Internacional. Em Maio de 2000, a ESA decidiu atribuir a estudantes 1 por cento das cargas experimentais que fazem parte da sua quota na Estação Espacial. Muitas e fantásticas oportunidades existem, portanto, para estudantes que desejem fazer projectos práticos no espaço.

Martin Houston
(ESA Office for Educational Outreach)



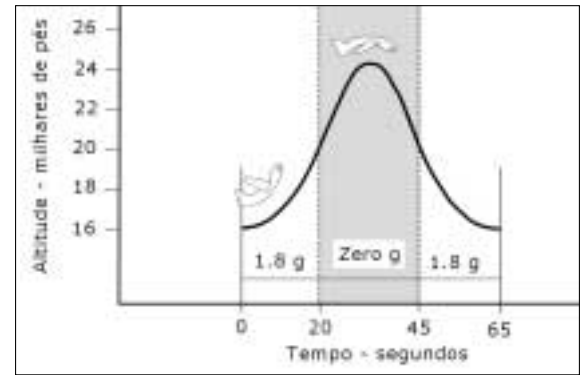
Imponderabilidade

11 questões-chave sobre o Universo

Um painel de físicos e astrónomos dos Estados Unidos identificou uma lista de 11 questões fundamentais sobre a natureza do Universo, cujas respostas vão necessitar das capacidades combinadas de físicos de partículas e astrofísicos. As questões estão em "From quarks to the cosmos", o primeiro relatório do comité de física do universo criado pela Academia Nacional de Ciências.

As 11 questões são as seguintes:

- O que é a matéria escura?
- Quais são as massas dos neutrinos e como influenciaram eles a evolução do universo?



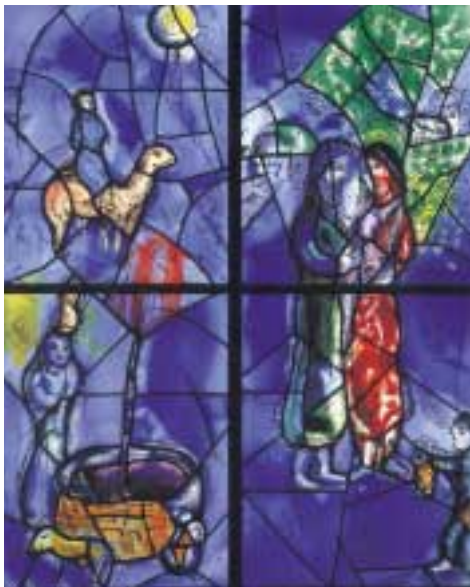
Voo parabólico

- Existem dimensões adicionais do espaço-tempo?
- Qual é a natureza da energia escura?
- Os prótons são instáveis?
- Como é que o Universo começou?
- Será que Einstein disse a última palavra sobre gravidade?
- Como funcionam os aceleradores cósmicos e o que é que eles estão a acelerar?
- Existem novos estados da material a densidades e temperaturas muito altas?
- Uma nova teoria da matéria e da luz é necessária a altas energias?
- Como se formaram os elementos do ferro e do urânio?

O comité está optimista em que os avanços imensos na tecnologia – incluindo o crescimento exponencial do poder de cálculo – e a compreensão do universo que ocorreu nos últimos 20 anos trará novas contribuições ao debate. Um segundo relatório, previsto no fim de 2001, vai estabelecer prioridades em relação às questões e fazer recomendações sobre financiamentos.

"Fotografia" de feixes iónicos

Muitas das belas cores que se encontram em vitrais provêm de metais ou nanoagregados de óxidos dispersos no material. No século XIX Michael Faraday deduziu correctamente que o vidro era uma mistura de várias substâncias e em 1907 Gustav Mie explicou as cores mostrando como é que a luz num meio é dispersa por partículas com um tamanho da ordem do comprimento de onda ("dispersão



de Mie"). Contudo, o mecanismo pelo qual os nanoagregados se formaram foram usualmente perdidos nas complexidades da química do vidro. Investigadores nas Universidades de Orsay e de Paris (Harry Bernas), colaborando com peritos em vidro, mostraram agora que disparando íons com energia da ordem dos MeV à temperatura ambiente sobre um vidro contendo um óxido metálico, podemos iniciar a agregação ou "nucleação" de nanoagregados metálicos puros e mesmo controlar a densidade de nanoagregados dentro do material. Mais ainda, os nanoagregados só crescem em tamanho aquecendo a amostra, o que permite controlar o seu tamanho. O processo é análogo ao processo fotográfico, no qual fotões batem em sais que contêm metais na emulsão, permitindo-lhes libertar átomos metálicos (normalmente prata) que nucleiam em agregados, formando uma imagem invisível ou "latente". Ao revelar, estes agregados crescem formando pixels visíveis. Aqui, os íons substituem os fotões e o calor desempenha o papel de "revelador." Duas vantagens cruciais do método de feixe iónico são que a densidade dos sítios de nucleação na "imagem latente" pode ser prevista com precisão; e as técnicas-padrão de litografia que empregam "máscaras" como "stencils" podem ser usadas para

desenhar padrões espaciais de agregados. As duas poderão conduzir a aplicações na optoelectrónica. (Valentin *et al.*, *Physical Review Letters*, 1/ Jan./ 2001.)

A Internet é robusta

A Internet permanece conectada a uma escala global mesmo que 99 por cento dos seus pontos de conexão fossem aleatoriamente desligados. No entanto, é relativamente frágil se alguns dos seus pontos com mais conexões forem selectivamente desligados. Estas são as conclusões de investigadores que aplicam os princípios da Física e modelos matemáticos precisos para estudar a rede mundial de computadores. A Internet consiste de redes locais de computadores ("local area networks") ligadas por vários dispositivos, conhecidos por "routers" e "hubs". Por uma questão de simplicidade, os investigadores consideram cada ponto de conexão como um "nó". Trabalho anterior sugere que a fracção de nós na Internet com k conexões é proporcional a k^{-a} , para um certo número a . Esta é uma "distribuição em lei de potência sem escala" que ocorre usualmente na Natureza, aparecendo na frequência de terremotos e na distribuição dos tamanhos de nuvens e montanhas. Ao contrário de uma lei exponencial, uma distribuição de lei de potências sem escalas decai muito lentamente, significando neste caso que há uma grande porção de computadores que têm ainda uma quantidade significativa de conexões. Simulações computacionais recentes de redes sem escalas mostraram que a Internet é robusta por esta razão (Albert *et al.*, *Nature*, 27th July; Albert-Laszlo Barabasi; ver também "The Industrial Physicist", December 2000). O último trabalho coloca esta conclusão numa base matemática sólida. Dois grupos independentes (Reuven Cohen, Bar Ilan University, Israel, e Duncan Callaway, Cornell) apli-

caram a teoria da percolação, desenvolvida por geofísicos interessados em estimar quanto óleo podiam extrair de reservatórios num meio poroso. A teoria da percolação estuda sistemas contendo pontos ("sites") e conexões entre eles, analisando o comportamento do sistema quando se retiram alguns dos sítios ou conexões. Combinada com o que se sabe da distribuição sem escala, a poderosa aproximação baseada na percolação pode ajudar os arquitectos da Internet a maximizar a resistência contra ataques, controlando a distribuição de nós com um certo número de conexões. (Cohen *et al.*, *Physical Review Letter*, 20 Nov; Callaway *et al.*, *Physical Review Letter*, a publicar.)



Prémio Nobel da Química 2000

O Prémio Nobel da Química de 2000 foi atribuído a Alan J. Heeger, da Universidade de Califórnia (Santa Barbara, Estados Unidos), Alan G. MacDiarmid, da Universidade da Pensilvânia (Estados Unidos), e Hideki Shirakawa, da Universidade de Tsukuba (Japão) por descobrirem que os plásticos, modificados de determinadas maneiras, podem conduzir bem a electricidade (ver <http://www.nobel.se/announcement/2000/chemistry.html>); o número do "Scientific American" de Julho de 1995, tem também um bom artigo sobre polímeros condutores). É de realçar que um dos novos Prémios Nobel da Química é físico (sucedeu o mesmo há dois anos com Walter Kohn).

NOTÍCIAS SPF

Novos estatutos e eleições

Realizou-se no passado dia 22 de Janeiro a escritura notarial de registo dos novos Estatutos da SPF aprovados na Assembleia Geral de Setembro de 2000, na Figueira da Foz. De acordo com a vontade expressa pela Assembleia de adequar tão cedo quanto possível o funcionamento da SPF aos novos estatutos, o Conselho Directivo decidiu antecipar as eleições dos corpos sociais nacionais para o dia 23 de Março.

Correspondendo ao desejo do actual Conselho Directivo, o actual presidente, José Urbano, decidiu encabeçar uma lista candidata ao novo Conselho Directivo, integrando Augusto Barroso, actual Secretário-Geral, como Vice-Presidente, Manuel Fiolhais, actual Secretário-Geral Adjunto, como Vice-Presidente, e Adelaide Jesus, actual tesoureira, para as mesmas funções. Também os actuais membros da Mesa da Assembleia Geral e do Conselho Fiscal se prontificaram a integrar listas candidatas aos mesmos órgãos.

Duas reuniões em Berlim

Conforme noticiado no número anterior, decorreu em Berlim, de 10 a 17 de Dezembro de 2000, a Semana do Centenário da Teoria Quântica. A Sessão do Jubileu, organizada pela Sociedade Alemã de Física, teve lugar no dia 14, na Sala de Concertos de Berlim, tendo como orador principal o laureado Nobel Claude Cohen-Tannoudji que proferiu uma lição magistral sobre «A simple system for understanding Quantum Physics». Durante a semana do centenário realizaram-se quatro simpósios dedicados a outros tantos temas da história e da actualidade da Física Quântica. É de assinalar uma contribuição portuguesa em tão importante evento. A Dr. Ana Isabel Simões, da Universidade de Lisboa, apresentou na II Sessão ("Social

and Institutional Context of Quantum Physics") do IV Simpósio ("The Foundations of Quantum Physics Before 1935") uma comunicação intitulada «Good Neighbors or Enemies: How Chemists Reacted to Quantum Theory». Durante a Semana do Centenário realizou-se também o 3º Congresso Mundial das Sociedades de Física, organizado pela Sociedade Europeia de Física e pela Sociedade Alemã de Física. Este congresso foi o mais participado dos três realizados até agora, tendo estado representadas 49 associações de todos os continentes, incluindo as mais importantes associações de Física dos países industrializados, e tendo sido apresentadas 36 comunicações. A SPF foi representada pelo seu presidente, Dr. José Urbano, que apresentou uma comunicação intitulada «Physics and Scientific Exclusion in the Post-industrial Age». Esta comunicação e as conclusões do Congresso ficarão disponíveis através do endereço na Web da "Gazeta de Física" (<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta>). Foi decidido que o próximo Congresso terá lugar na Suíça, no ano de 2005, para coincidir com o primeiro centenário da Teoria da Relatividade. Decidiu-se também propor à UNESCO que 2005 seja considerado Ano Mundial da Física.

Palestras em Aveiro

A Delegação Regional do Centro realizou as seguintes palestras da SPF na Universidade de Aveiro (sempre na primeira quinta-feira de cada mês):

- "Computação Quântica", pelo Dr. João Lopes dos Santos, do Departamento de Física da Universidade do Porto, em 2 de Novembro de 2000.
- "Experimentação e Teoria Quântica: Um Século de Sucessos", pelo Dr. Augusto Barroso, do Departamento de Física da Universidade de Lisboa, em 7 de Dezembro de 2000.
- "As Ciências Físico-Matemáticas em Portugal nos séculos XVII e XVIII",

por Décio Ruivo Martins, do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, em 1 de Janeiro de 2001.

O QUE DIZEM AS FÍSICAS

"Minha mãe confiava na minha capacidade como confiava na sua". Irène Joliot-Curie, filha de Marie Curie

"Max Planck, a quem devo tanto pelas suas qualidades humanística e científica, também achava a princípio muito estranho eu querer realizar trabalho científico".

Lise Meitner, 1959

[Planck escreveu em 1897: "Nunca é demais enfatizar que a própria natureza prescreveu às mulheres a função de mãe e dona de casa, e que as leis da natureza não podem ser ignoradas em nenhuma circunstância sem grave perigos" e disse a Lise Meitner quando ela se doutorou: "Já possui o doutoramento, que mais quer?"]

"Sinceramente, duvido que uma pessoa inteligente acredite realmente que as mulheres não possuem capacidade intelectual para ciência e tecnologia".

Chien-Shiung Wu

"Na Universidade do Porto as mulheres são maioritárias, mas estão praticamente ausentes dos escalões de decisão. Por exemplo, na Faculdade de Ciências, o número de professoras catedráticas é extremamente reduzido, quando comparado com o elevado número de professoras auxiliares. (...) À medida que a carreira avança, quando o lugar corresponde a poder, a decisão, há uma inversão marcante." Teresa Lago, Janeiro de 2001

A SPF NAS ESCOLAS SECUNDÁRIAS COM O APOIO DO DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO

Com o apoio do Departamento do Ensino Secundário (DES) do Ministério da Educação, a "Gazeta de Física" será distribuída gratuitamente a todas as escolas secundárias do país durante o ano lectivo 2000/2001.

Esta iniciativa louvável do DES visa apoiar a divulgação da revista junto de um público a quem particularmente ela se quer dirigir. Contudo, tanto o DES como a SPF entendem que devem ser as escolas e os seus professores de Física a avaliarem da qualidade e do interesse da "Gazeta". Se, como esperamos, essa avaliação for positiva, estamos certos que vão tomar a iniciativa de inscreverem a sua escola como sócio colectivo da SPF, assegurando deste modo a continuação da assinatura em 2002.

Esperamos que as escolas que ainda não sejam sócios colectivos da SPF o façam usando o boletim de inscrição que está em baixo. Fica assim garantido o envio da revista no próximo ano. De igual modo, gostaríamos de receber mais artigos, notícias, etc. para publicação na "Gazeta".

A presente quota especial de sócio colectivo para as escolas é de 6000\$00, sendo os seus direitos os seguintes: pagamento da inscrição como sócio nas conferências nacionais da SPF de um professor representante da escola e divulgação de toda a informação sobre as actividades da SPF. Como assinante só tem direito à revista, custando a assinatura anual 2700\$00.

FICHA DE SÓCIO COLECTIVO DA SPF

- ESCOLAS SECUNDÁRIAS -

Nome: _____

Morada: _____

Cod. Postal: _____ Localidade: _____

Telefone: _____ Fax: _____ E-mail: _____

Nº de Contribuinte: _____ Nº de Professores de Física: _____

Junto enviamos o cheque/vale postal nº _____ do Banco/CTT _____, no valor de

_____, à ordem da Sociedade Portuguesa de Física.

_____, _____ de _____ de 2001.

O Responsável da Escola

Fotocopiar e enviar para:

Sociedade Portuguesa de Física - Av. da República, 37 - 4º 1050-187 Lisboa

Tel. 21 799 36 65 Fax. 21 795 23 49 e-mail: secretariado@spf.pt • <http://spf.pt>

Questões de Física

Nova questão:

Gostaria que me esclarecessem sobre uma dúvida que tenho: se a Terra parasse instantaneamente, o que nos aconteceria? Agradecia também se me pudessem indicar teorias existentes sobre este assunto, referindo "sites" e bibliografia.

(um aluno do secundário)

Relembremos a questão colocada no número anterior por um aluno do 12º ano:

"Durante a resolução de um exercício acerca da espectroscopia de absorção atómica surgiu-me a dúvida se esta técnica se utilizaria para a determinação da quantidade de certos elementos numa amostra. Depois de pesquisar em variada bibliografia, tendo questionado vários professores da escola, foi-me impossível desfazer a dúvida que surgira. Gostaria que me esclarecessem esta questão".

Os princípios de base da espectroscopia de absorção atómica foram expostos por Walsh em 1955 (A. Walsh, "Spectrochim. Acta", 7, 108, 1955). O método baseia-se na absorção de energia radiante por átomos neutros, não excitados, no estado gasoso.

Uma certa espécie atómica, neutra e no estado fundamental, é capaz de absorver radiação com comprimentos de onda iguais aos que ela emite, quando excitada aos níveis energéticos mais altos. O facto de cada elemento químico apresentar um espectro de absorção característico confere à espectroscopia de absorção atómica qualidades para utilização tanto em análise qualitativa como quantitativa. Mesmo sem recurso aos equipamentos mais sofisticados, o método permite determinar cerca de 70 elementos, na faixa de concentrações de 1 a 10 mg ml⁻¹, com precisão superior a 1 por cento. No entanto, os gases raros e os halogéneos, bem como o carbono, hidrogénio, nitrogénio, oxigénio, enxofre e fósforo não são habitualmente analisados por este método por absorverem comprimentos de onda típicos da região do ultravioleta de vácuo (abaixo dos 190 nm).

Na absorção atómica, o elemento a determinar é levado a uma dispersão atómica gasosa, através da qual se faz passar um feixe de radiação com comprimento de onda que possa ser convenientemente absorvido (em geral, radiação visível ou ultravioleta até cerca de 190 nm). Para formar a dispersão atómica gasosa, o procedimento usual consiste em introduzir uma solução da amostra, sob a forma de aerossol, numa chama apropriada, que provoca a atomização.

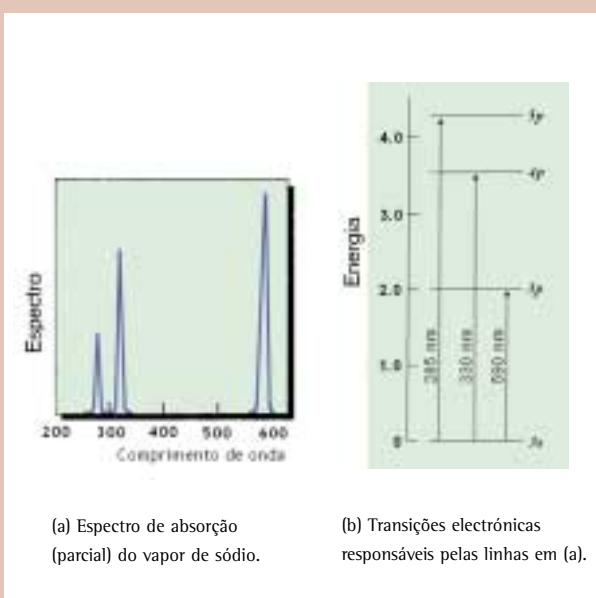
A absorção atómica obedece à lei de Beer e apresenta algumas vantagens sobre as técnicas espectroscópicas de emissão, tais como as suas maiores sensibilidade e selectividade e o facto de não depender criticamente da temperatura. A maior sensibilidade do método relativamente às técnicas de emissão resulta do facto de o número de átomos no estado fundamental - a partir do qual se dão as transições quânticas responsáveis pela absorção - ser várias ordens de grandeza maior do que o número de átomos nos estados excitados. Por outro lado, uma variação de temperatura provoca uma variação insignificante no número de átomos no estado fundamental, contrariamente ao que acontece relativamente à distribuição de átomos nos estados excitados, onde provoca variações exponenciais. Este facto é responsável pela dependência da absorção atómica pouco importante com a temperatura quando comparada com as técnicas de emissão. A grande selectividade da espectroscopia de absorção atómica está associada à largura típica das linhas de absorção (cerca de 0,00001 nm).

Informação mais detalhada sobre o método pode ser encontrada, por exemplo, em "Fundamentos de Análise Instrumental", de Otto Alcides Ohlweiler, Ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1981.

Rui Fausto

Departamento de Química da Universidade de Coimbra

rfausto@ci.uc.pt





Electrónica em português

Longe, felizmente, começa a ficar o tempo em que qualquer estudante da área de ciências ou engenharia se via na obrigação de estudar unicamente em inglês as matérias ministradas no seu curso. Para aqueles a quem a língua de Shakespeare apresentava dificuldades, restava apenas a possibilidade de recorrer às traduções espanholas ou, pior ainda, às famigeradas traduções brasileiras que introduziam no vocabulário dos futuros licenciados expressões como "voltagem", "electron", etc. Pior ainda, criavam entre os estudantes uma enorme confusão na interpretação de expressões como bilião, trilião, etc., que têm significados bem diferentes de ambos os lados do Atlântico. Essa situação, começa a mudar.

Não é apenas nos desenhos animados da Disney que nos temos vindo a autonomizar em relação ao "falado em brasileiro" com que temos recebido em segunda mão os conteúdos de língua inglesa. Também na área científica e tecnológica começam a emergir boas traduções portuguesas das obras mais influentes e procuradas. Esse virar dos acontecimentos ficou a dever-se, numa primeira fase, ao trabalho pioneiro da Fundação Gulbenkian que, durante anos, trilhou solitária o percurso da tradução de obras em português europeu. Mais recentemente, a esse empreendimento meritório veio juntar-se a editora McGraw-Hill, num sinal claro de que começa a ser possível e rentável publicar material científico de qualidade em Portugal, não tendo essa tarefa de ficar exclusivamente entregue a uma fundação de fins beneméritos.

Nessa linha de edição, publicou recentemente a McGraw-Hill portuguesa o livro "Princípios de Electrónica", de Albert Paul Malvino, em dois volumes. Trata-se de um livro adoptado em várias faculdades de engenharia de todo o mundo como introdução ao vasto campo da electrónica. Os únicos pressupostos de conhecimentos por parte do leitor são aqueles que são ministrados em qualquer curso de Física Geral do primeiro ano. O livro será, assim, adequado para

qualquer curso de electrónica ministrado ao nível da licenciatura. Embora o número de áreas abrangidas seja bastante vasto, permitindo cobrir até a matéria de mais do que uma cadeira, nenhuma área chega a ser aprofundada de um ponto de vista mais formal. Sintomático é o facto de, folheando o livro, não se descortinar qualquer sinal de integral ou derivada, o que pode parecer estranho num livro de electrónica. Aqueles que usam a electrónica como uma componente importante da sua actividade poderiam talvez ficar a suspirar antes pela "biblia" da área, "The Art of Electronics", de Horowitz. No entanto, a opção tomada pela editora justifica-se pelo facto de se ter que manter em níveis um pouco baixos da pirâmide do conhecimento, a fim de haver em Portugal uma base de público suficientemente vasta para justificar a publicação. Livros mais avançados terão, possivelmente, que ser deixados para uma fase posterior, em que os portugueses interessados neste tipo de obras se deixem de contar pelas centenas para passarem a ser milhares. Para tanto, é importante ser dado o passo da publicação de obras com as características do Malvino. Este é um livro que irá, sem dúvida, facilitar a aprendizagem da electrónica a um grande número de estudantes que, mais tarde, poderão desenvolver o gosto pela electrónica e reclamar obras mais aprofundadas. Isto será especialmente verdade na área do ensino politécnico e mesmo profissional, para a qual "Princípios de Electrónica" é um livro muito apropriado, em vista da postura pragmática que o autor imprimiu à obra. Uma nota ainda para o empenho que o Dr. Hermínio Duarte-Ramos colocou numa tradução rigorosa. No prefácio, o tradutor teve o cuidado de explicar algumas das opções que tomou quanto aos inevitáveis dilemas de tradução de termos linguísticos recentes, muitos dos quais são usados pelos especialistas portugueses na sua versão original, por uma questão de comodismo mental ou por não haver ainda consenso quanto à tradução mais apropriada. Está é também um livro que poderá servir para consolidar algumas das traduções aceites para termos técnicos muito recentes, podendo servir como referência. Apenas é de lamentar um estilo de escrita algo cansativo, para o qual poderá ter contribuído o parco uso de vírgulas. Saúda-se, pois, mais este enriquecimento da bibliografia técnica e científica portuguesa.

José Luís Malaquias

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

malaquias@berta.fis.uc.pt

"Princípios de Electrónica" (2 vols.)

Albert Paul Malvino

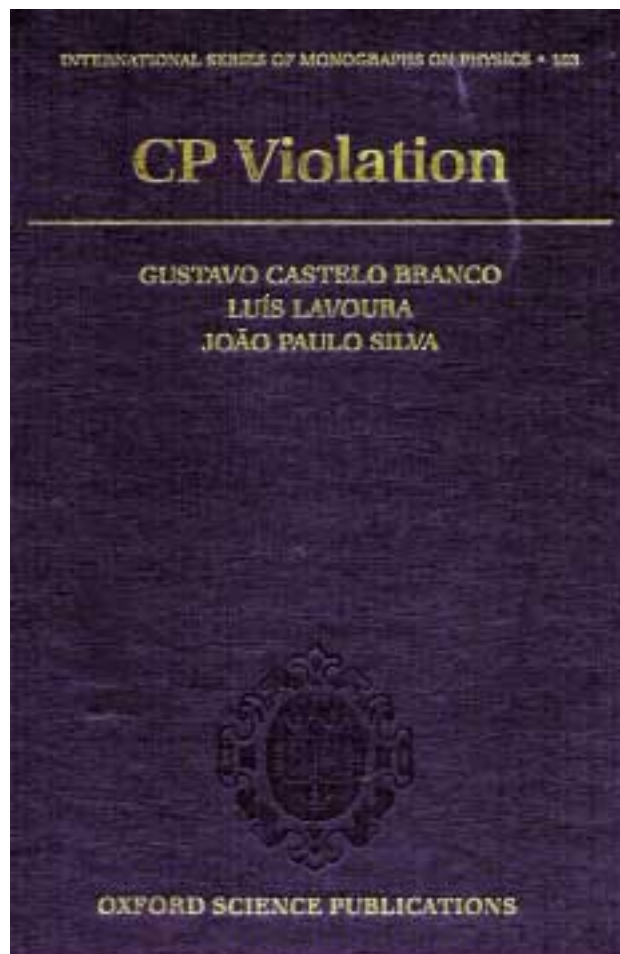
McGraw-Hill, Lisboa, 2000

(Tradução de Hermínio Duarte-Ramos)

Obras publicadas

Indicam-se a seguir algumas obras de Física, e de ciência em geral, editadas recentemente. Agradecemos aos editores o envio de novas publicações.

- Ana Leonor Pereira e João Rui Pita (org.), "Egas Moniz em livre exame", Minerva Coimbra, 2000.
- Dava Sobel, "Longitude. A verdadeira história de um génio solitário que resolveu o maior problema científico do seu tempo", Temas e Debates, 2000.
- Douglas Hofstadter, "Goedel, Escher, Bach. Laços eternos", Gradiva, 2000.
- Ervin Laszlo, "Lagoa dos Murmúrios. Um Guia para a Nova Ciência", Publicações Europa-América, 2000.
- Georges Charpak e Richard L. Garwin, "Fogos Fátuos e Cogumelos Nucleares", Instituto Piaget, 2000.
- Jaime Oliveira e Eduardo Martinho, "Energia Nuclear - Mitos e Realidades", O Mirante, 2000.
- Jean Heidmann, Alfred Vidal-Majdar, Nicolas Prantzos e Hubert Reeves, "Estaremos sós no cosmos", Âncora, 2000.
- Joaquim Azevedo, "O ensino secundário na Europa", Edições Asa, 2000.
- R. Richardson, "Carl Sagan: uma Vida", Bizâncio, 2000.
- Regina Gouveia, "Se eu não fosse professora de Física... algumas reflexões sobre práticas lectivas", Areal, 2000.



Violação CP

Nós, seres humanos, gostamos da simetria, de modo que para nós é natural esperar que uma partícula e a sua antipartícula tenham um comportamento idêntico. Mas a Natureza viola esta simetria que prevemos. Tal violação, descoberta em experiências de física de partículas elementares em 1964, é designada por violação CP. A violação CP é o tema de um maravilhoso novo livro escrito por Gustavo Branco, Luís Lavoura e João Paulo Silva. O livro, "CP Violation", destina-se a praticantes e a estudantes de pós-graduação de Física de partículas elementares.

"CP Violation" começa com um tratamento dos princípios básicos e gerais de C (carga, ou conjugação partícula-anti-partícula), de P (paridade), e de T (inversão do tempo) que pode ser compreendido com base em mecânica quântica relativamente elementar. Continua então descrevendo a mistura entre uma partícula

neutra como um K^0 ou B^0 e a sua anti-partícula. A mistura $K^0 - \bar{K}^0$ tem desempenhado um papel crucial nos nossos estudos anteriores da violação CP, e a mistura $B^0 - \bar{B}^0$ deve vir a desempenhar um papel semelhante nos nossos estudos futuros. O livro explica então como a violação CP surge no modelo-padrão das interações fracas e electromagnéticas, que está tão bem confirmado. Como os autores tornam claro, em todos os modelos sérios considerados até agora, a violação CP é o resultado de fases complexas em amplitudes que interferem. No modelo-padrão, estas fases aparecem, como o livro "CP Violation" explica, na matriz que descreve a mistura de quarks. Após terem tratado o modelo-padrão, os autores prosseguem discutindo as maneiras como a violação CP pode aparecer em modelos que vão além do modelo-padrão. Concluem o seu volume com uma exposição muito completa das técnicas que serão

usadas muito em breve para pesquisar a origem da violação CP estudando experimentalmente efeitos de violação CP nos decaimentos de partículas B (B de "beauty", beleza). Estas experiências de decaimentos B prometem testar incisivamente a explicação do modelo-padrão para a violação CP, e oferecer uma perspectiva sobre possíveis fontes de violação CP em Física para além do modelo-padrão. Estas experiências conduzir-nos-ão muito além do nosso conhecimento actual da violação CP. Serão realizadas na Europa, na América, e na Ásia, estando agora a iniciar-se. Assim, a obra de Branco, Lavoura e Silva é certamente muito oportuna.

Este livro fornece um retrato bastante completo de todo o domínio da violação CP. Trata a Física de uma forma muito pormenorizada, explícita e clara, constituindo um volume valioso para estudantes e outras pessoas que tentem aprender este assunto. Apesar de os autores se desculparem por não cobrirem todos os aspectos da violação CP, o facto é que o livro cobre um grande número deles e os autores trataram-nos a todos eles com muito cuidado. "CP Violation" está impressionantemente actualizado, de modo a ser útil a investigadores seniores que se dedicam a indagar a origem da violação CP. A violação CP envolve muitas subtilezas de física. Branco, Lavoura e Silva forneceram tratamentos muito agradáveis dos pontos subtis e fizeram um esforço considerável para tornar clara a física subjacente. Como exemplo, discutem as previsões de observáveis de violação CP de uma maneira que torna claro e explícito o facto de que estas previsões não dependem das convenções arbitrárias de fase.

Em suma, este livro novo e oportuno trata um assunto bastante interessante de uma maneira que o torna muito atraente e útil aos estudantes de pós-graduação de física e também a investigadores seniores. Trata-se de uma contribuição maior dada à Física.

Boris Kayser

(tradução do inglês por Carlos Fiolhais)

National Science Foundation, USA

blk@einstein.mhs.nsf.gov

"CP Violation"

Gustavo Castelo Branco, Luís Lavoura e João Paulo Silva, North Holland, Amsterdão 1999.

A menina Gedanken e o mundo dos quanta

Seria um erro pensar que este livro do físico Russell Stannard, com uma capa um pouco infantilóide, é um livro apenas para crianças. Pelo contrário, ele é também para adultos, mas só para aqueles adultos que, no fundo deles próprios, nunca deixaram de ser crianças, não tendo por isso perdido o sentido do maravilhoso que caracteriza o universo infantil.

Para uma criança o mundo é todo ele maravilhoso porque é



novo: a sua observação suscita-lhe permanentemente o frêmito e o prazer da descoberta. Já alguém disse que um cientista é uma criança crescida. Também para um cientista o mundo é maravilhoso, porque nele descobre facetas inesperadas e porque nele encontra porções inexploradas onde se atreve a entrar. Os grandes cientistas como Albert Einstein (o inspirador do tio Alberto deste livro) conviveram de perto com o prazer das grandes descobertas porque foram capazes de, como uma criança, colocar questões simples e para elas só aceitar respostas simples.

O livro "O Tio Alberto e o Mundo dos Quanta", publicado pelas Edições 70, continua as histórias de uma criança, uma menina, que descobre o mundo guiada pelo tio Alberto, um cientista. Trata-se da continuação de outros livros interessantes como "O Tempo e o Espaço do Tio Alberto", "Os Buracos Negros e o Tio Alberto", " Perguntem ao Tio Alberto" e outros. O tio Alberto convida a menina a fazer experiências mentais para responder às suas pertinentes interrogações. Estas experiências são as tais "Gedankenexperimente" que eram tão do agrado de Einstein. A menina chama-se, muita a propósito, Gedanken, e as experiências com o nome dela realizam-se a bordo de uma bolha pensante (como aquelas que há na banda desenhada). A inspiração vem, está-se mesmo a ver, dos livros de George Gamow, como as "Aventuras do Senhor Tompkins", um clássico editado pela Gradiva e que surgiu há pouco na Inglaterra com uma nova versão, trabalhada (actualizada) precisamente por Stannard. Mas a

referência mais imediata para Stannard é "Alice no País das Maravilhas", do matemático inglês Lewis Carrol. A menina Gedanken faz de Alice e o país das maravilhas é o mundo dos quanta, o mundo dos átomos e moléculas.

Russell Stannard não será tão conhecido como Carrol e Gamow, os seus antecessores do género de fantasia científica, mas tem um óptimo currículo: é físico de altas energias, professor na Open University de Londres, divulgador da ciência e, "last but not least", foi vice-presidente do Institute of Physics britânico. Ganhou o prémio Templeton, relativo a obras na interface entre ciência e religião (Freeman Dyson foi o último agraciado).

A Física, a "história" que os físicos constroem sobre o funcionamento do Universo, não é muitas vezes diferente de uma história para crianças (como, por exemplo, a do lobo e capuchinho vermelho): exige imaginação e simplicidade para estabelecer as regras e, uma vez estas estabelecidas, requer lógica e consistência. A grande diferença entre uma história do capuchinho e uma história científica é que a imaginação do físico está contida nessa camisa de forças, na expressão de Feynman, que é a correspondência com os factos experimentais (nunca ninguém observou experimentalmente o lobo mau da historieta!). A teoria quântica tem imaginação a rodos, simplicidade que baste e uma dose imensa de lógica. E, acima de tudo, está de acordo com os dados da experiência.

No primeiro volume das aventuras de Gedanken, "O Tempo e o Espaço do Tio Alberto" publicado em 1991 pelas mesmas Edições 70, era a teoria da relatividade restrita que estava em jogo. O segundo volume tinha a ver com relatividade geral e a cosmologia que lhe está associada. Agora é a vez da mecânica quântica - que tão pouco agradava a Einstein -, completando a série das grandes teorias físicas do século.

A inocente menina Gedanken diz, logo de início, que "os computadores conseguem colocar qualquer coisa em qualquer cenário, e apenas com um toque numa tecla. Chamam-lhe realidade qualquer coisa. Realidade virtual, é isso". Os livros de Carroll, Gamow e Stannard são bons guiões para programas de realidade virtual. A imaginação de Stannard autoriza-lhe estas fugas ao mundo terreno mas os factos essenciais estão cientificamente correctos. E Stannard, pela boca da menina, faz comentários interessantes: assim

quando o tio Alberto rezinga sobre a utilidade dos computadores, responde Gedanken: "Tio, há alturas em que não sabe mesmo nada do que está a falar. A escola está cheia de computadores. Aprendemos com os computadores. Está a ficar velho..."

Este livrinho, que no fim tem questões e um "PS" com um "pouco de ciência real", é todo ele uma bolha pensante onde podemos entrar. Convida-nos a penetrar nas bolhas mentais que muitas vezes germinam dentro de nós e que, com receio de parecermos infantis, não deixamos crescer o suficiente...

Carlos Fiolhais

tcarlos@teor.fis.uc.pt

"O Tio Alberto e o Mundo dos Quanta"

Russel Stannard

Edições 70, Lisboa, 2000.

Top-Ten 2000 de livros de ciência

O "top-tens" de livros de ciência da Amazon.com no ano 2000, é o seguinte (indicam-se as traduções portuguesas sempre que existam):

1. "O Universo Elegante", Brian Greene, Gradiva
2. "Uma breve história do tempo", Stephen Hawking, Gradiva
3. "Just Six Numbers", Martin Rees, Basic Books
4. "Hyperspace", Michio Kaku, Anchon
5. "The End of Time", Julian Barbour, Oxford University Press
6. "Caos", James Gleick, Gradiva
7. "Strange Beauty", George Johnson, Knopf
8. "The Holographic Universe", Michael Talbot, Harper
9. "At Home in the Universe", Stuart Kaufmann, Oxford University Press
10. "Relativity", Albert Einstein, Crown

Os títulos 1, 2 e 3 são também os três primeiros da Amazon.com.uk (ramo britânico da Amazon), em cujo "top-ten" também aparecem os títulos 4, 5 6 e 7.

"Site" sobre História da Ciência

O "site" <http://scientia.artenumerica.org/>, da autoria do Henrique Leitão, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, contém muitas informações interessantes sobre História da Ciência em Portugal e no mundo, incluindo bibliografias, recomendações para candidatos a historiadores de ciência, documentos originais, etc. Embora o aspecto seja simples, salta à vista a riqueza de conteúdo. Vale a pena ir lá "espreitar".



O mundo está perigoso

Jorge Buescu *

O mundo está perigoso. Todos os dias somos bombardeados com as afirmações mais extraordinárias: da existência ("cientificamente provada") de fenómenos paranormais como percepção extra-sensorial, psicocinese, clarividência ou comunicação com os espíritos, à defesa veemente da astrologia, dos curandeirismos "New Age", como a cura pela fé ou pelo toque devidos a um suposto "campo bioenergético" (simultaneamente electromagnético e quântico), aos patéticos "códigos da Bíblia", das mais delirantes afirmações sobre OVNIs ou raptos por extraterrestres à detecção de uma montanha em Marte que, juravam os adeptos, era uma face humana. Parece uma febre de fim de milénio, que atinge todas as camadas: Cheryl Blair tem aparecido com um colar "bioeléctrico" para proteger o seu "campo bioenergético", a conselho da sua boa amiga Hillary Clinton. Esta febre é alimentada pelos média que navegam na onda deste cenário de obscurantismo e apocalipse com "Ficheiros Secretos", "Programas do Além", etc., para não falar de invasões de extraterrestres ou, pior ainda, de rapto e violação de humanos por alienígenas. De resto, a posição dos média ao apresentar estes "factos" é invariavelmente a de que eles foram "demonstrados cientificamente" - mas, curiosamente, nunca se apresentam os cientistas responsáveis por essa "demonstração" nem os artigos, validados pela comunidade científica, onde a dita "demonstração" seja realizada de acordo com os critérios próprios do método científico. Nos documentários de TV surgem, entre depoimentos de "testemunhas oculares", alguns auto-proclamados "investigadores" destas áreas, sem qualquer referência à sua formação ou filiação científica - geralmente porque elas não existem. Os "investigadores" não passam de interessados no tipo de fenómeno em questão que, convictos "a priori" da realidade do mesmo, lêem, falam e escrevem muito sobre ele. O que não os transforma, ao contrário do que subliminarmente a palavra "investigador" pretende sugerir, em cientistas. Compreende-se: há que vender jornais e conquistar audiências, e o normal não é notícia.



Uma das últimas modas parece ser a dos raios E, pasme-se, na hiper-racional Alemanha que nos deu Gauss e Einstein. Os raios E ("Erdestrahlen", raios da Terra), supostamente emitidos por mecanismos e fontes desconhecidas no interior da Terra, são indetectáveis por qualquer equipamento científico e provocam cancro. Só se conhecem porque certos vedores especializados afirmam conseguir detectá-los. O caso atingiu tais proporções que hoje várias instituições governamentais alemãs contratam equipas de vedores para redistribuir as secretárias nos locais de trabalho ou as camas de hospital, colocando as pessoas a salvo dos raios E!

Um exemplo particularmente infame para os físicos é o do médico Deepak Chopra, autor dos livros "Quantum Healing", "Timeless Body" e "Ageless Mind: The Quantum Alternative to Growing Old", que estiveram dois anos na lista de "best-sellers". Chopra afirma textualmente que a remissão espontânea do cancro e a paragem do processo de envelhecimento são possíveis graças ao poder da mente, sendo este facto consequência científica da teoria quântica. Por exemplo, em relação ao cancro, Chopra afirma que "os doentes podem saltar para um novo estado de consciência que proíbe a existência de cancro. (...) Este fenómeno é um salto quântico para um novo nível de funcionamento do corpo humano". E, para que não se imagine que o termo quântico é uma metáfora, Chopra informa-nos de que "até há pouco conhecido apenas pelos físicos, o 'quantum' é a unidade indivisível pela qual as ondas podem ser emitidas ou absorvidas, de acordo com o eminente físico Stephen Hawking". Segundo ele, o cérebro controla o corpo por meio de ondas - o que permite, claro, estes milagrosos saltos quânticos.

Chopra até pode ser um bom médico. No entanto, a sua ignorância sobre Física, em particular a mecânica quântica, é absoluta. O facto de ele citar como autoridade o nome de Hawking, que nasceu quase 50 anos depois do conceito de "quantum", indica que a sua familiaridade com a mecânica quântica se resume provavelmente a ter lido "Uma breve História do Tempo".

Ciência e irracionalidade

Mas o caso de Chopra, embora de grande visibilidade, não é isolado. O apelo à mecânica quântica é quase universal nos arautos quer das pseudo-medicinas "New Age" quer dos chamados "fenómenos psi"; uma pequena pesquisa bibliográfica na Amazon revela a omnipresença da palavra "quantum" associada ao misticismo. De acordo com as intenções de cada um, a teoria quântica "provou" que não-localidade implica holismo, todo o universo é uma entidade una, existem infinitos universos paralelos, a realidade não existe separada da nossa consciência, os

nossos estados de consciência têm o poder de alterar ou criar a realidade, etc. Extraordinária mecânica quântica, que provou tudo isto! Pergunto-me: qual seria a opinião de Max Planck?

Nas poucas ocasiões em que são levantadas sérias dúvidas sobre a validade científica das afirmações em questão, uma das respostas favoritas é a teoria da conspiração. As "provas científicas" destes "factos" existem, mas estão a ser sistematicamente ocultadas ou destruídas pela "conspiração global" do poder instituído. No caso de medicinas alternativas, como a homeopatia ou a acupunctura, os vilões são os poderosíssimos "lobbies" da indústria farmacêutica movidos por interesses económicos; no caso dos OVNI's e extraterrestres, são os governos mundiais que ocultam esses segredos, por razões militares; no caso de fenómenos paranormais, o dedo acusador é apontado à comunidade científica, autêntica força de bloqueio que se recusa a admitir a existência de campos bioquânticos, auras ou fenómenos psi por puro reaccionarismo. Porque, "como toda a gente sabe", a ciência rejeita violentamente ideias novas, que saem do confortável quadro aceite pelo "establishment" científico, o "sistema". Atingido este ponto, é frequente invocar-se o nome de Galileu e ouvir expressões como "mudança de paradigma" e "revolução científica".

O mundo está mesmo perigoso: pulula com "poltergeists", espíritos, extraterrestres hostis e sexualmente insaciáveis, raios mortíferos indetectáveis, conspirações mundiais e cósmicas.

O maior de todos os perigos é, no entanto, a credulidade humana, que dá cobertura a esta enorme e preocupante vaga de obscurantismo e irracionalismo. Na verdade, todas estas crenças são, à sua maneira, perigosas. Um argumento que por vezes se ouve é que "eu acredito nisto, tu não - não há nenhum mal nisso". Trata-se de uma afirmação falsa: muitas destas crenças têm efeitos malignos, mesmo mortais.

Por exemplo: de acordo com um estudo liderado por Donald Lanning e publicado em 1998 no "Journal of the American Medical Association", a taxa de mortalidade provocada por cancro da mama na etnia negra na Carolina do Norte é cerca de três vezes superior ao da média da população, embora a taxa de incidência da doença seja inferior à média. Aplicando métodos estatísticos, concluiu-se que a principal variável que explicava este facto é que as mulheres negras recorrem em média dois anos mais tarde aos tratamentos da medicina devido a factores culturais: começam por recorrer a supostas curas herbais, curandeiros tradicionais ou quiropráticos da sua comunidade étnica. Esta variável é mais relevante do que o extracto sócio-económico. E no

cancro, tragicamente, cada dia que passa é importante; para muitas destas mulheres a superstição e os curandeiros fazem a diferença entre a vida e a morte. O que pensar de uma mãe que, em face de uma doença grave do filho, prefere a "cura pelo toque" (há 40 000 enfermeiras diplomadas que praticam esta "especialidade" nos EUA), os "suplementos herbais naturais" ou o acupunctor de serviço à medicina científica? O que pensar do homem que, entre 1980 e 1988, controlava o maior arsenal nuclear do mundo submeter a sua agenda e as suas decisões mais importantes à opinião do seu astrólogo? O que pensar do facto de a homeopatia, hoje uma indústria de milhares de milhões de dólares nos EUA, estar dispensada, por uma lei de 1938, de submeter os seus produtos à aprovação legal, pelo que qualquer droga que contenha no rótulo "produto homeopático" pode fazer as afirmações mais extraordinárias sobre os seus poderes terapêuticos sem ter de as provar - e, pior do que isso, pode ser vendida no dia seguinte à sua concepção? O que pensar do facto de as linhas telefónicas de valor acrescentado para consultar um vidente, astrólogo ou medium, que são anunciadas na TV, serem um negócio, apenas no EUA, superior a mil milhões de dólares anuais - pagos evidentemente pelo bolso crédulo de quem faz as chamadas?

Há mais de 20 anos Paul Kurtz, professor de Filosofia na Universidade de Buffalo, notava que poderíamos estar perante uma tendência preocupante. Numa conferência em 1976 fazia a pergunta: "Deveremos supor que a revolução científica que começou no século XVI é um processo contínuo? Ou, pelo contrário, poderá ela ser esmagada pelas forças do irracional?". Mais à frente, respondia: "Não devemos supor, apenas por a nossa sociedade ser avançada do ponto de vista científico-tecnológico, que o pensamento irracional desaparecerá. As indicações actuais sugerem que isso está longe de acontecer. Na verdade, existe mesmo o perigo de a própria ciência ser tragada pelas forças do irracional".

Paul Kurtz organizou uma conferência na sua universidade, para a qual convidou filósofos, cientistas e humanistas críticos deste estado de coisas, como Martin Gardner, Carl Sagan, Ray Hyman, Quine, Nagel, Hook e muitos outros. O resultado foi a criação do CSICOP, "Committee for the Scientific Investigation of Claims Of the Paranormal", um movimento céptico inspirado em Charles Peirce. O seu objectivo é realizar investigação crítica, séria e objectiva, com base científica, sobre fenómenos pretensamente paranormais, ocultos ou sobrenaturais. Trata-se de uma associação especial: a sua comissão científica conta com cientistas de primeira linha, como os prémios Nobel Steven Weinberg e Francis Crick, e, não sendo exaustivo, Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Douglas Hofstadter, Gerald Holton, Sergei Kapitzka, Martin Gardner, Leon Lederman, Gerald Holton, John

Maddox e Marvin Minsky.

O CSICOP publica a revista bimensal "Skeptical Inquirer", disponível na Web em <http://www.csicop.org>, onde são publicados artigos de investigação sobre supostos fenómenos paranormais, muitos dos quais chegaram às primeiras páginas dos jornais. Em 24 anos, não houve um



único caso, de Roswell à cura pelo toque, da combustão humana espontânea a media, da face de Marte à homeopatia, que resistisse a uma análise crítica e científica. Em contrapartida, nunca em 24 anos a investigação científica exposta no "Skeptical Inquirer" foi primeira página de um jornal. A inexistência do paranormal não vende, de facto, jornais.

Credulidade e espírito crítico

O que pode levar a credulidade humana a paroxismos históricos como o deste virar de milénio? Há duas causas principais. A primeira é a que Kurtz chama a "tentação transcendental", ligada à facilidade com que aceitamos acriticamente explicações não-causais na ausência de dados experimentais, desde que haja um apelo directo ou indirecto a razões transcendentais. Em duas palavras, o pensamento mágico-animista. Se nas sociedades primitivas um feiticeiro faz a dança da chuva e no dia seguinte chove, está provado que ele tem poderes mágicos - mesmo que nunca mais chova. Da mesma forma, se o

horóscopo semanal nos recomenda cuidado com a saúde e no dia seguinte apanhamos uma gripe, está provado que a astrologia é uma ciência. Se uma vidente me disser que estou preocupado com uma relação pessoal numa altura em que estou com problemas familiares, está provado que ela possui poderes extra-sensoriais (mesmo quando 99 por cento das pessoas que consultam videntes estão de alguma forma preocupados com uma relação pessoal). Ray Hyman chama a este tipo de inferências, que não têm fundamento a não ser o casuístico, a "falácia da validação pessoal". Psicólogos e biólogos investigam a hipótese desta característica ter raízes na história evolutiva humana.

Outro ingrediente para a credulidade é de natureza lógica. Um argumento repetido "ad nauseam" por crentes em qualquer pseudociência, com surpreendente aceitação pelos seguidores, é o seguinte. Tomemos, para fixar ideias, o exemplo da astrologia, que o leitor poderá substituir pela sua pseudociência preferida.

1. Prove que a astrologia é falsa.
2. Não consegue? Então é porque pode ser verdadeira.
3. Se pode ser verdadeira, mantenha o seu espírito aberto.

Uma astróloga da nossa praça gostava de abrilhantar o ponto 3 com a frase "Não negue à partida uma ciência que desconhece". Também é frequente completá-lo com uma frase do tipo "Não tenha a arrogância de pensar que sabe tudo".

Há neste raciocínio várias falácias e incompreensões básicas do que é ciência.

A primeira é a impossibilidade de demonstrar uma afirmação negativa. Substituamos no ponto 1 "a astrologia é falsa" por "o Pai Natal não existe". Será possível demonstrar que o Pai Natal não existe? Eu posso ter esperado por ele durante 36 anos todos os 24 de Dezembro sem nunca o ter visto; posso ter comprado presentes para os meus filhos como se fossem do Pai Natal; posso até ter-me mascarado de Pai Natal; posso ter confirmado que nenhum dos meus conhecidos viu alguma vez o Pai Natal. O conjunto destes argumentos provará a um crente empedernido que o Pai Natal não existe? Não! A segunda é a distorção do ónus da prova, patente no ponto 2. Quando se fazem afirmações extraordinárias, é quem as faz que deve mostrar a sua validade - e não o contrário. Numa fórmula compacta, "afirmações extraordinárias exigem provas extraordinárias". As leis de Newton, por exemplo, são afirmações extraordinárias. Elas são aceites como válidas (nos limites não-quântico e não-relativista, claro) porque, além de explicarem os fenómenos conhecidos, prevêm fenómenos novos, como a resistência de vigas, o comportamento dos amortecedores, as trajectórias dos foguetões ou a posição precisa de novos planetas. Em poucas palavras, porque demonstraram a sua validade através de previsões refutáveis, que, uma vez confirmadas, constituem provas

extraordinárias. É por isto que as leis de Newton (ou qualquer teoria científica) são válidas - e não porque ainda ninguém demonstrou a sua falsidade!

Se eu afirmo que o Pai Natal existe, não é o resto do mundo que está obrigado a provar que ele não existe: é meu o ónus de provar que ele existe. Da mesma forma, se eu afirmo que a teoria quântica fornece a cura para o cancro ou permite a comunicação extra-sensorial, é meu o ónus de provar estas afirmações.

Seria, de resto, um critério de verdade espantoso aceitar como verdadeira qualquer afirmação até que alguém prove que ela é falsa. Isso obrigar-nos-ia, por exemplo, a admitir que existem renas voadoras até prova em contrário. Será que alguém aceitaria tomar um medicamento não testado, de composição desconhecida, que afirma curar todas as doenças dos ossos, coração, fígado, rins e pele, tendo como único argumento que nunca ninguém provou o contrário? Será que alguém entregaria as poupanças da sua vida a um estranho que promete duplicar o investimento num ano, oferecendo como única garantia o facto de ninguém ter provado que ele não conseguia?

No entanto, é este risível critério epistemológico, baseado na transferência do ónus da prova, que as pseudociências reclamam. O mais bizarro é que pessoas que em nenhuma decisão da sua vida prática, como as de saúde e de economia, o aceitariam, estejam dispostas a fazê-lo quando se trata de pseudociências. Provavelmente devido à "tentação transcendental" de que fala Kurtz.

Finalmente, quanto ao ponto 3, manter o espírito crítico é tão importante como mantê-lo aberto. Talvez não seja aconselhável mantê-lo apenas aberto: corremos o risco de o cérebro cair pela abertura e acabarmos por acreditar no Pai Natal e em renas voadoras. Manter o espírito aberto não significa acreditar em tudo até prova em contrário: significa acreditar em tudo desde que haja boas razões para o fazer.

O mundo talvez esteja, afinal, menos perigoso do que parece. Os movimentos cépticos como o CSICOP tranquilizam-nos um pouco a esse respeito.

* Departamento de Matemática do Instituto Superior Técnico

jbuescu@math.ist.utl.pt

(subtítulos da responsabilidade da redacção)

Um novo papel para o Instituto de Tecnologia Nuclear

"Practically, the old have no very important advice to give the young, their own experience has been so partial, and their lives have been such miserable failures [...]"

Henry David Thoreau, "Walden"

Considerando o artigo de Sá Fonseca ["Gazeta de Física", vol. 23, fasc.4] como um ensaio sobre o futuro do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), e tendo muito pouco em comum com a sua experiência profissional ou geração, quis compreender - sendo ele uma autoridade no sector científico português - a razão de tão feroz crítica à estrutura, funcionamento e política científica deste instituto de investigação.

A notificação da abertura (incluída na Gazeta) de lugares na carreira de investigação científica para este instituto, totalizando 13 lugares de quadro, em duas áreas distintas e para funções distintas, mostra com bastante clareza o processo natural de renovação dos investigadores. É este espírito de missão que se vai traduzir na entrada de alguns dos nossos mais brilhantes jovens investigadores. É no mínimo curioso que apenas tenham sido apresentados erros de concepção, estratégia e organização e não tenha sido feita uma comparação mais rigorosa dos valores sociais, científicos e educacionais inerentes a uma instituição com o porte e o potencial de crescimento do ITN. Quando Sá Fonseca reassume as suas actividades no então Laboratório de Física e Engenharia Nuclear (LFEN) em 1972, nascia eu numa ex-província portuguesa.

Hoje, passados 28 anos, a discussão das necessidades do país em matéria de competências científicas e tecnológicas passará, evidentemente, pelos meus colegas de geração, pelos meus colegas de profissão.

A enumeração via "erro número um e erro número dois" é pouco sustentável e pouco interessará repetir o que tantas vezes possa ter sido dito, em catarse de frustrações colectivas de uma geração de investigadores portugueses. A formação de jovens investigadores portugueses no estrangeiro é um processo catalítico benéfico, trazendo novas perspectivas e experiências vividas na primeira pessoa, em sociedades de cultura, língua e geografia diversas. Esta nova geração de investigadores portugueses é precisamente aquela que se incubou nos últimos 10 anos; somos elementos de sucesso na investigação científica internacional e consideramos a mudança como um momento privilegiado para actuar.

No contexto de um futuro promissor para o ITN talvez valha a pena reflectir sobre o interesse estratégico da energia e tecnologia nuclear enquanto promessas de uma fonte de energia eléctrica económica, segura e isenta de emissões, num cenário em que o consumo de electricidade nos

próximos 20 a 25 anos duplica, subsequentemente triplicando em 2050 ["Nuclear News" 43 (12) p. 32].

Não é neste momento relevante discutir a opção portuguesa em matéria de política energética, devendo portanto a tónica ser dada ao nosso papel, enquanto membros de pleno direito da comunidade científica, na informação, no conhecimento e na formação de profissionais capazes de assegurar a nível europeu ou mundial uma visão coerente e equilibrada nas vertentes científicas e políticas.

O papel do ITN em matéria de órgão consultivo em segurança nuclear e protecção radiológica é já um indicador da articulação de um instituto dotado de infraestrutura, capital humano e capacidade de intervenção europeia, como foi possível constatar pelas contra-medidas propostas no estudo dos níveis de radiação, contaminação, e rastreios médicos subsequentes à crise dos Balcãs no caso do urânio empobrecido.

Mais uma vez, cumpre ao ITN estudar e esclarecer o público em relação à percepção dos conceitos de radiação e protecção radiológica, erradicando o sentimento de medo ou descrédito de uma autoridade nuclear. Apesar do medo irracional da radiação, uma sondagem nos EUA mostrou que a maioria das pessoas acredita que a energia nuclear é suficientemente segura e será necessária. O aumento estimado da produção de energia eléctrica vai traduzir-se num novo "boom" no sector nuclear, durante o século XXI. Cabe ao ITN saber implementar as medidas necessárias ao seu crescimento sustentável num quadro de prioridade nacional durante a próxima década.

Pedro Rodrigues de Almeida

Reactor Safety Division, Instrumentation Department

TCH Building, Room 23

SCK-CEN

Boeretang 200

B-2400 Mol

Bélgica

pralmei@sck.cen.be

Ver a sequência deste debate nas páginas da "Gazeta" na Internet <http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta>





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

INSTITUTO
TECNOLÓGICO E NUCLEAR

Abertura de Lugares na carreira de Investigação científica

a) Área científica de protecção radiológica, radioactividade ambiente e segurança nuclear

1 lugar de Investigador Coordenador

8 lugares de Investigador Principal

b) Área científica de física e engenharia nucleares

1 lugar de Investigador Coordenador

2 lugares de Investigador Principal

1 lugar de Investigador Auxiliar

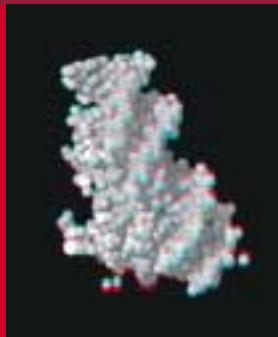
AVISOS A SEREM PUBLICADOS BREVEMENTE NO DIÁRIO DA REPÚBLICA

Esclarecimentos adicionais:

ITN, Repartição de Pessoal - Tel.: 219946032 ou por e-mail: lapinto@itn.pt

Física

Nos Próximos Números



**Duas voltas à pista com
o carro "ciência viva"**

Manuel Carlos Gameiro da Silva

O Prémio Nobel da Física de 2000

Carlos Correia

Das minhas memórias em Física Nuclear

H. Morinaga