



Gazeta de Física Vol. 23 (2000) Fasc. 2

Director Carlos Fiolhais
 Editor Carlos Pessoa

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

Colaboraram ainda neste número
 António Brotas, António Fonseca, Augusto Barroso,
 Fernando Nogueira, Hugo Natal, João Fernandes,
 José António Paixão, M. A. R. Talaia, Manuel Fiolhais,
 Paulo Renato Trincão, Pedro Alberto,
 Rui Ferreira Marques

Secretariado Maria José Couceiro (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 1500 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.

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 actividades 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 dentro e fora

O prémio mais desejado por um físico é decerto o Nobel. O primeiro dos nossos artigos deste número explica as razões que levaram a Real Academia Sueca a atribuir o Prémio Nobel da Física de 1999 aos holandeses Martinus Veltman e Gerardus 't Hooft. O segundo descreve uma investigação experimental acerca da influência (nenhuma!) do comprimento de uma bolha na sua velocidade de ascensão no seio de um líquido num tubo. Os dois artigos mostram, a níveis diferentes, como é a Física por dentro...

Mas mal ficaria se uma revista de Física não falasse dos contributos que os físicos dão ao mundo mesmo fora da Física. Por isso, os leitores aceitarão que nos ocupemos nesta edição a evocar algumas das pessoas com formação académica em Física que fizeram carreira, ganharam nome ou ascenderam ao estrelato por razões que nada têm a ver, à primeira vista, com essa formação. É, para todos os efeitos, uma descoberta que contraria a ideia de muitos, para quem os físicos só sabem fazer Física. Um exemplo de incursão de um físico fora da Física – no caso na ficção científica – é também o conto de António Brotas "O Molusco de Einstein".

O enredo? A espécie humana foi extinta e os micróbios estudam a valiosíssimo espólio científico que encontram. O nosso entrevistado deste número é o físico (claro!...) Henrique Machado Jorge, de momento afectado a funções que pouco parecem ter a ver com aquela formação. Há mais motivos de interesse nesta edição. As restantes e habituais secções têm encontro marcado com os leitores. Estes encontrarão nelas a informação que recolhemos e tratámos para dar a conhecer um pouco do muito que se faz em Física em Portugal e por esse mundo fora.

Terminamos com a opinião do geólogo Paulo Trincão, director do Museu Nacional da Ciência e da Técnica, sobre os físicos. Uma visão de fora, portanto.

Boa leitura, boas férias e até Setembro.

índice

	artigos	
O Prémio Nobel da Física de 1999		4
	<i>Jorge C. Romão</i>	
Uma análise dimensional – ascensão de uma bolha no interior de um líquido		9
	<i>M. A. R. Talaia</i>	
Físicos fora da Física		13
	<i>Carlos Pessoa</i>	
O Molusco de Einstein		16
	<i>António Brotas</i>	
	entrevista	
"Iniciativas para produzir tecnologia têm apoio"		18
	Entrevista com Henrique Machado Jorge	
	<i>Carlos Pessoa</i>	
	notícias	
Física em Portugal		21
Física no Mundo		25
Sociedade Portuguesa de Física		29
Olimpíadas de Física		32
livros e multimédia		34
opinião		37
cartas dos leitores		38

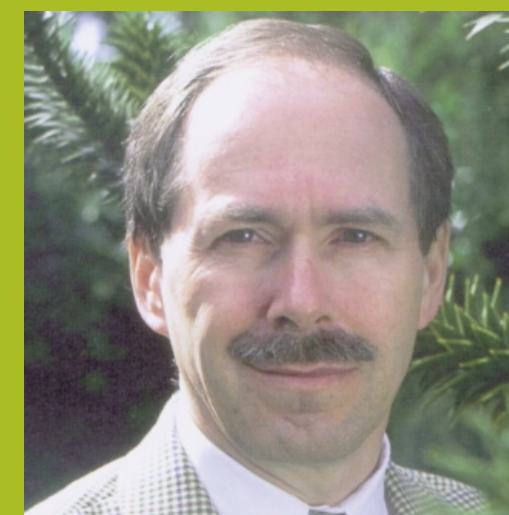
O Prémio Nobel da Física de 1999



Martinus Veltman



CERN



Gerardus 't Hooft

Jorge C. Romão*

O Prémio Nobel da Física de 1999 foi atribuído conjuntamente aos professores Martinus Veltman e Gerardus 't Hooft, respectivamente da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, e da Universidade de Utrecht, na Holanda. A citação da Academia Sueca no anúncio do prémio diz que receberam o prémio “por terem elucidado a estrutura quântica da teoria das interacções electrofracas”. Alguém mais dentro do assunto poderia dizer que eles colocaram a teoria da física das partículas elementares numa base matemática sólida. Em particular, eles mostraram como se pode usar a teoria para calcular com grande precisão certas grandezas físicas. Experiências nos grandes aceleradores de partículas europeus e norte-americanos confirmaram nas últimas duas décadas muitos desses cálculos, colocando a teoria das interacções electrofracas ao mesmo nível de precisão que a electrodinâmica quântica tinha adquirido nos anos 50. Neste artigo procurarei clarificar para o não-especialista algumas das afirmações anteriores.

A Física de Partículas moderna

A matéria à nossa volta é constituída por átomos que, por sua vez, são feitos de electrões e núcleos atómicos. Nos núcleos existem protões e neutrões que, por sua vez, são feitos de quarks [1]. Para estudar a matéria a este nível elementar são necessários grandes aceleradores. Estas máquinas apareceram na década a seguir à Segunda Guerra Mundial tanto nos Estados Unidos como na Europa (com a criação do CERN, Laboratório Europeu de Física de Partículas). Foi então possível estudar aquelas partículas elementares, criar outras que não existem na matéria normal e estudar as forças ou interacções que existem entre elas. Ficou então claro que existem entre as partículas elementares os quatro tipos de interacções fundamentais indicados na Tabela 1. Durante os últimos 50 anos grandes progressos foram feitos na compreensão destas interacções fundamentais da Natureza. Nas secções seguintes daremos uma ideia do modo como se conseguiu essa compreensão e como os trabalhos de Veltman e 't Hooft aí se inserem.

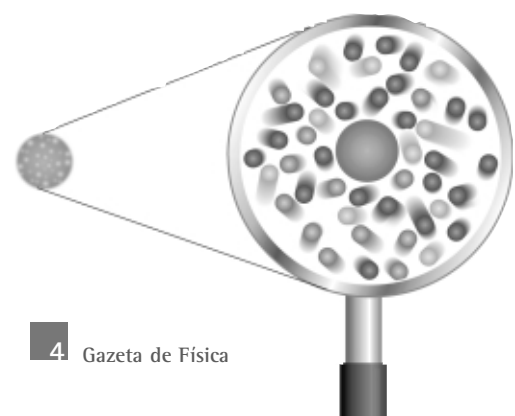
Força	Descoberta	Relevância
Gravitacional	Séc. XVII	Corpos Macroscópicos
Electromagnética	Séc. XIX	Estrutura Atómica
Fraca	Séc. XX	Desintegração Radioactiva
Forte	Séc. XX	Coesão dos Núcleos

Tabela 1. As interacções fundamentais

O caminho da unificação

Desde Isaac Newton que o caminho para a compreensão da Natureza tem sido o de relacionar fenómenos aparentemente distintos numa mesma teoria. Em linguagem moderna pode dizer-se que a descoberta de Newton sobre a causa comum da queda dos corpos e do movimento dos planetas é a primeira unificação: as massas inercial e gravítica são iguais. Em 1860 deu-se um outro passo importante nesse sentido. O físico escocês James Clark Maxwell mostrou que a electricidade e o magnetismo eram dois aspectos diferentes duma mesma realidade descrita pela teoria hoje designada por electro-magnetismo e que previu, entre outras coisas, a existência de ondas de rádio.

Os avanços deste século no sentido da unificação têm a ver com a descoberta duma simetria de que o próprio electromagnetismo de Maxwell é o paradigma. Essa simetria ou invariância designa-se por *simetria de padrão* (em inglês “*gauge symmetry*”). Ao nível clássico esta invariância explica-se de modo simples. Os campos eléctrico e magnético podem ser calculados usando os chamados potenciais. Estes podem ser transformados de acordo com uma certa regra sem alterar o valor dos campos. Tal transformação designa-se por *transformação de padrão*, dizendo-se que a teoria tem uma *simetria de padrão* (“*gauge*”). O exemplo mais simples consiste em adicionar uma constante ao potencial eléctrico. Fisicamente esta invariância está relacionada com o facto



de só serem relevantes diferenças de potencial: o zero do potencial é arbitrário [a]. No electromagnetismo a ordem com que se processam as transformações de padrão é irrelevante. Se designarmos por ϕ eléctrico e fizermos duas transformações sucessivas

$$\begin{aligned} \phi &\xrightarrow{1} \phi_1 \xrightarrow{2} \phi_{12} \\ \phi &\xrightarrow{2} \phi_2 \xrightarrow{1} \phi_{21} \end{aligned}$$

então devemos ter $\phi_{12} = \phi_{21}$. Matematicamente dizemos que o electromagnetismo é uma teoria *abeliana*. Este nome vem do matemático norueguês Niels Henrik Abel (1802-1829). O exemplo mais simples de uma transformação abeliana é uma série de rotações em torno de um eixo. Se rodar um objecto em torno de um eixo primeiro de 45° e depois de 30° obtenho o mesmo resultado que se rodar primeiro 30° e depois 45° .

Problemas com a mecânica quântica

O electromagnetismo passou sem problemas pela revolução da teoria da relatividade. De facto, o electromagnetismo é uma teoria relativista à partida [b] e foi ele que forçou o aparecimento da teoria da relatividade de Albert Einstein em 1905. Depois da descoberta da mecânica quântica, cerca de 1925, por Erwin Schroedinger, Werner Heisenberg, Max Born e outros, várias tentativas foram feitas para unificar o electromagnetismo com a mecânica quântica naquilo que viria a ser conhecido por *electrodinâmica quântica* (QED, da designação em inglês “*Quantum Electro-Dynamics*”). Como se sabe da mecânica quântica, muito poucos problemas podem ser resolvidos exactamente. Normalmente temos que recorrer a métodos aproximados, nomeadamente a métodos perturbativos. Ora, quando se calculava em QED para além da ordem mais baixa, obtinham-se frequentemente resultados sem sentido, muitas vezes um valor infinito em vez de uma pequena correcção à ordem anterior, como seria de esperar do método perturbativo. Parte da razão reside no facto de que a teoria prevê que os campos electromagnéticos a muita curta distância de um electrão possam gerar grandes quantidades de pares electrão-positrão (o positrão é a anti-partícula do electrão) que existem durante um intervalo de tempo muito curto. Assim, não mais é possível descrever o sistema com base numa função de onda de um só electrão. O problema passou a incluir um número variável de partículas, o objecto de estudo daquilo que se veio a designar por *teoria quântica dos campos*.

O problema da QED foi resolvido nos anos 40 por Sin-Itiro Tomonaga, Julian Schwinger e Richard P. Feynman, que partilharam o Prémio Nobel da Física em 1965 pelas suas contribuições. O método desenvolvido pelos três é chamado *renormalização*. De modo simplificado, podemos

dizer que, se olharmos para o electrão à distância, a *nuvem* de pares electrão-positrão modifica (*renormaliza*) a carga e a massa do electrão. O efeito destes pares pode ser visto como se o vácuo fosse um meio dieléctrico modificando as propriedades do electrão.

A electrodinâmica quântica foi testada nas décadas seguintes tendo-se obtido um acordo extraordinário entre a experiência e a teoria. Só para dar um exemplo, o momento magnético do electrão é medido com uma precisão de 12 dígitos e os primeiros 10 estão em acordo com os cálculos de QED [c]. Saliente-se que, para se obter esta precisão, é necessário calcular até à quarta ordem da série perturbativa fazendo uso intensivo dos métodos da renormalização.

A unificação do electromagnetismo e da interacção fraca

A descoberta da radioactividade e o desenvolvimento da física atómica nas primeiras décadas do século XX levaram à identificação das interacções fortes e fracas. As interacções fortes são responsáveis pela estabilidade do núcleo atómico, vencendo a repulsão da força de Coulomb existente entre os prótons por serem partículas com a mesma carga eléctrica. Por outro lado, as interacções fracas são responsáveis por certas formas de radioactividade, permitindo que alguns núcleos decaiam através da transformação de neutrões em prótons com emissão de electrões e neutrinos, processo designado por *decaimento beta*, ou pelo processo inverso. As designações forte e fraca têm a ver com a intensidade relativa destas interacções, conforme indicado na Tabela 2, em unidades arbitrárias e tomando como referência a força forte. Apesar da sua fraca intensidade, as interacções fracas desempenham um papel crucial na evolução do Universo e na criação de condições para o desenvolvimento da vida por serem responsáveis pelas reacções que alimentam as estrelas, como é o caso do Sol.

Força	Intensidade	Alcance
Forte	1	< 10 ⁻¹⁵ m
Electromagnética	10 ⁻²	Infinito
Fraca	10 ⁻⁵	< 10 ⁻¹⁸ m
Gravitacional	10 ⁻⁴⁰	Infinito

Tabela 2. Intensidade e alcance das interacções fundamentais.

Nos anos 1930-40 foi formulada a primeira teoria para o decaimento beta pelo fisico italiano Enrico Fermi. Esta teoria foi construída um pouco à semelhança de QED mas, quando se calculava com ela, os problemas eram muito piores que os encontrados em QED e mesmo os métodos de Tomonaga, Schwinger e Feynman não conseguiam resolver esses problemas. A diferença fundamental entre QED e as interacções fracas tem origem na diferença de

alcance entre estas duas forças. Enquanto o electromagnetismo tem alcance infinito, a força fraca tem um alcance muito curto, muito inferior à dimensão do núcleo que é da ordem de 1 fermi = 10^{-15} m, isto é cem mil vezes menor que a dimensão característica dos átomos, que é $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ m (ver Tabela 2). Nos anos 30 o físico japonês Yukawa propôs que a energia potencial correspondente a uma dada interacção devia depender da distância r ao centro de forças de acordo com

$$V(r) = g \frac{e^{-\frac{c}{\hbar}Mr}}{r}$$

onde g é uma constante que tem a ver com a *intensidade* da força (ver Tabela 2), c e \hbar são, respectivamente, a velocidade da luz no vácuo e a constante de Planck e M a massa da partícula responsável pela interacção. Seguindo estas ideias dizemos que o electromagnetismo tem alcance infinito ($V \sim 1/r$) porque o fóton responsável pela interacção electromagnética tem massa nula, enquanto o curto alcance das interacções fracas deve ser explicado pelo facto de as partículas responsáveis por essa interacção terem uma massa muito grande.

Como muitas vezes acontece em Física, a solução do problema da teoria das interacções fracas veio por uma via que, à primeira vista, não tinha nada a ver com o problema. Nos anos 1950-60 os físicos norte-americanos Charles Young e Robert Mills formularam uma teoria quântica de campo com invariância de padrão para um *grupo não abeliano*. Num grupo não abeliano é importante a ordem pela qual as transformações são efectuadas [d].

A relevância destas teorias não abelianas para a interacção fraca só foi compreendida no começo da década de 60, depois dos trabalhos do físico escocês Peter Higgs sobre a quebra espontânea de simetria nestas teorias não abelianas. A ideia é que a Natureza pode *escolher* um estado fundamental (o *vácuo*, como se designa em teoria quântica dos campos) com simetria menor que a teoria inicial [e]. Neste processo algumas partículas sem massa associadas à teoria não abeliana adquirem massa, enquanto outras que correspondem às simetrias não quebradas permanecem sem massa. O processo, designado por *mecanismo de Higgs*, permitiu o desenvolvimento de uma teoria não abeliana que unifica a interacção electromagnética com a interacção fraca, naquilo que hoje se designa por interacção electrofraca. Os físicos norte-americanos Sheldon Glashow e Steven Weinberg, conjuntamente com o físico paquistanês Abdus Salam, receberam o Prémio Nobel da Física de 1979 pelas suas contribuições para esta teoria. Ela previa a existência de novas partículas, o W^\pm e o Z^0 , que eram os responsáveis pela força fraca, e que deveriam ter massa elevada (da ordem de 80 a 90 vezes a massa do protão), o que explica o curto alcance dessas interacções. Depois da quebra

de simetria permanece uma simetria abeliana a que corresponde o fóton da interacção electromagnética. A descoberta em 1983, no CERN, dessas partículas veio confirmar estas ideias (o Prémio Nobel da Física em 1984 foi dado a Carlo Rubbia e a Simon van der Meer).

A contribuição de Veltman e 't Hooft

A teoria electrofraca foi um passo importante na compreensão da estrutura das interacções fracas e electromagnéticas, mas não resolveu todos os problemas. De facto, quando se usava a teoria para cálculos além da primeira aproximação apareciam problemas semelhantes aos de QED antes dos trabalhos de Tomonaga, Schwinger e Feynman. A aplicação do método da renormalização de QED na teoria electrofraca não resolvia o problema e muitos investigadores tinham a opinião que não seria possível efectuar cálculos precisos com a teoria electrofraca. Assim, o modelo de Weinberg, Salam e Glashow para as interacções electrofracas não seria mais do que um modelo fenomenológico sem o estatuto de teoria consistente que a QED tinha adquirido para as interacções electromagnéticas.

Entre aqueles que sempre acreditaram ser possível renormalizar as teorias não abelianas estava Martinus Veltman, então professor na Universidade de Utrecht, na Holanda. Durante anos Veltman trabalhou neste problema quase sozinho. O trabalho computacional em teoria quântica dos campos é bastante complexo mas tinha sido simplificado por Feynman com a introdução dos seus famosos *diagramas de Feynman*. Estes diagramas continham ao mesmo tempo uma representação pictórica do processo em estudo e uma forma, através das chamadas *regras de Feynman*, de lhe fazer corresponder uma expressão matemática. O método tinha funcionado maravilhosamente em QED, mas nas teorias não abelianas o número de diagramas é muito maior, o que torna o cálculo muito mais complicado. Para automatizar estes cálculos Veltman desenvolveu um programa de computador, designado por *Schoonschip*, que permitia fazer cálculos algébricos usando símbolos, um precursor de programas actuais como, por exemplo, o *Maple* ou o *Mathematica*. Este programa desempenhou um papel muito importante na verificação dos cálculos.

Em 1969 Gerardus 't Hooft iniciou os seus estudos de doutoramento sob a supervisão de Veltman na Universidade de Utrecht. O seu programa de doutoramento era precisamente a renormalização das teorias não abelianas com invariância de padrão. A genialidade de 't Hooft e todo o trabalho anterior de Veltman permitiram que o problema estivesse resolvido em 1971. Primeiro mostraram que era possível renormalizar uma teoria não abeliana sem quebra de simetria, isto é, uma teoria de Yang-Mills. Como vimos, este caso corresponde à situação em que as partículas

associadas a essa interacção (os análogos do fóton) não têm massa. Depois mostraram que, no caso de teorias não abelianas em que as partículas associadas a essa interacção adquirem massa depois da quebra espontânea de simetria (*mecanismo de Higgs*), como acontece nas interacções electrofracas, a demonstração continuava válida. Com a ajuda do programa *Schoonschip*, os resultados de 't Hooft foram verificados e a teoria não abeliana das interacções electrofracas adquiriu a possibilidade de efectuar cálculos precisos tal como tinha acontecido com a QED 20 anos antes. Veltman e 't Hooft introduziram também uma nova técnica para tratar as divergências que aparecem nos cálculos intermédios. Esta técnica, designada por *regularização dimensional* e que consiste em modificar temporariamente o número de dimensões do espaço quando se efectuam os cálculos, tornou-se um instrumento essencial no programa da renormalização permitindo mesmo simplificar a demonstração para o caso de QED. O artigo em que este método é introduzido é justamente um dos quatro citados pela Academia Sueca no anúncio do prémio [2]. Estes métodos permitiram calcular as massas do W^\pm e o Z^0 com grande precisão, o que veio a ser confirmado em 1983 com a sua descoberta no CERN. Posteriormente, o acelerador LEP (*“Large Electron-Positron”*) no CERN permitiu produzir grandes quantidades de partículas Z e W e verificar as previsões da teoria electrofraca com uma precisão extraordinária. Podemos dizer que a teoria electrofraca tem hoje o mesmo nível de precisão que a QED [3, 4].

Conclusão

As experiências efectuadas no acelerador LEP no CERN durante a última década demonstraram com grande precisão a capacidade de cálculo da teoria não abeliana com invariância de padrão que descreve as interacções electrofracas. O Prémio Nobel da Física de 1999 foi atribuído a Veltman e 't Hooft por terem descoberto os meios para efectuar esses cálculos precisos. Há, no entanto, ainda uma questão por esclarecer [f]. Um ingrediente essencial no esquema é a existência de uma outra partícula, designada por bóson de Higgs. Esta partícula, cuja existência é uma consequência do mecanismo de Higgs que, como vimos, é responsável pelo facto das partículas W e Z terem massa, ainda não foi descoberta. Ao que tudo indica neste momento, o único acelerador com energia suficiente para produzir o bóson de Higgs será o LHC (*“Large Hadron Collider”*), presente-mente a ser construído no CERN e cuja entrada em funcionamento está prevista para 2005. Teremos ainda de esperar alguns anos antes de estar mostrada a consistência completa da teoria electrofraca.

* Departamento de Física, Instituto Superior Técnico

Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa

fromao@alfa.ist.utl.pt

Notas

- [a] Os pássaros que pousam nos cabos de alta tensão também já descobriram esta lei da Natureza.
- [b] Correndo o risco de ser trivial, pode dizer-se que a luz se propaga à velocidade da luz.
- [c] De facto, para ir além dos 10 dígitos é preciso introduzir as interacções fracas e fortes.
- [d] Um exemplo simples de um grupo não abeliano é o grupo cujos elementos são as matrizes 2×2 com a operação a multiplicação de matrizes. Então, se A e B forem duas destas matrizes, em geral $AB \neq BA$. Isto dá origem a uma estrutura matemática mais complicada, e sem ligação aparente com as interacções fracas, pois as partículas associadas a essas teorias (os análogos do fóton) deviam ter massa nula.
- [e] Uma imagem por vezes usada é a seguinte. Consideremos uma vara flexível colocada na vertical. Na extremidade superior da vara actua uma força, também vertical, que comprime a vara. Sabemos que a vara vai flectir, mas a priori todas as direcções são igualmente possíveis. Dizemos que há uma simetria. Contudo depois de a vara flectir há uma direcção que foi escolhida e dizemos que a simetria foi quebrada.
- [f] Estou, claro, a simplificar. Há muitas questões ainda por esclarecer, só que, neste contexto, esta parece ser a mais importante.

Referências

- [1] Barroso, A., “De que são feitas as coisas”, Colóquio Ciências, Outubro de 1988 (uma introdução elementar).
- [2] <http://www.nobel.se/announcement-99/physics99.html> (“Site” da Real Academia Sueca das Ciências, onde pode ser encontrada muita informação).
- [3] 't Hooft, G., “Gauge Theories of the forces between elementary particles”, Scientific American, June 1980.
- [4] Veltman, M., “The Higgs Boson”, Scientific American, November 1986.





Uma análise dimensional: ascensão de uma bolha num líquido parado

M.A.R. Talaia*

Descreve-se uma investigação experimental acerca da influência do comprimento de uma bolha tubular isolada na sua velocidade de ascensão no seio de um líquido contido num tubo vertical. As experiências para um sistema ar-água foram realizadas num tubo, de parede interior lisa, com 2 m de comprimento e 20,6 mm de diâmetro interno. A conclusão principal deste trabalho é que, para líquidos pouco viscosos e em repouso, a velocidade da bolha tubular é independente do comprimento da bolha: $U = C\sqrt{gD}$ onde g é a aceleração da gravidade, D é o diâmetro do tubo e C é uma constante determinada experimentalmente.

Em certas situações de interesse prático, as bolhas gasosas em ascensão num líquido têm diâmetro equivalente, D_e (definido como o diâmetro de uma esfera cujo volume é igual ao volume da bolha), comparável ou superior ao diâmetro, D , da conduta em que circulam gás e líquido. Essas bolhas ascenderão então através do líquido com uma forma adaptada à forma da conduta e, por ser esta normalmente cilíndrica ou tubular, são designadas por bolhas tubulares. A expressão bolha tubular é o equivalente em português das expressões inglesas “gas slug” ou “Taylor bubble”.

A Figura 1 ilustra a ascensão de uma bolha tubular de comprimento L_{bt} à velocidade U_{bt} no seio de um líquido contido no tubo cilíndrico transparente.

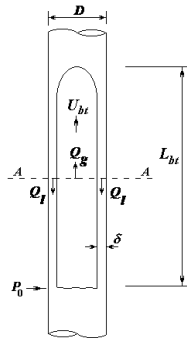


Figura 1 - Ascensão de uma bolha tubular no seio de um líquido.

Usualmente a viscosidade e a massa específica do gás são bastante inferiores, respectivamente, à viscosidade e à massa específica do líquido e, assim, o gás dentro da bolha gasosa estará a uma pressão uniforme. Conforme indica a Figura 1, num corte segundo o eixo do tubo, a bolha tem a forma aproximada de uma bala, com o “nariz” arredondado e o corpo alongado e aproximadamente cilíndrico; a uma distância suficientemente grande do nariz da bolha, o interface gás – líquido tem uma forma cilíndrica.

Considerando uma bolha tubular isolada em ascensão através do líquido contido numa coluna vertical, fechada nos dois extremos, tem interesse considerar um plano horizontal que “corta” a bolha (plano representado por AA na Figura 1) e contabilizar quer o débito de gás, quer o débito correspondente de líquido que atravessam esse plano, num dado instante.

Na Figura 1, Q_g representa o débito instantâneo de gás através de AA, enquanto Q_l representa o correspondente débito de líquido, em sentido oposto; como é óbvio, para uma coluna fechada na base (isto é, em que não há alimentação de gás nem líquido), os valores absolutos de Q_g e Q_l são necessariamente iguais.

Dado que a bolha tubular ascende através do líquido com uma velocidade U_b , o débito de passagem de gás através de AA é dado por

$$Q_g = Q_l = U_b \pi \left(\frac{D}{2} - \delta \right)^2 \quad (1)$$

Numa análise simplificada, é razoável desprezar δ em face de $D/2$. Portanto, o caudal Q , por unidade de comprimento medido na perpendicular ao eixo do tubo, é

$$Q = \frac{Q_l}{\pi D} = \frac{U_b D}{4} \quad (2)$$

Em geral, o regime de escoamento é considerado laminar quando o número de Reynolds é $Re < 2000$ e turbulento quando $Re > 3000$. O número de Reynolds para escoamento pelicular define-se habitualmente por $Re = (4Q\rho)/\mu_l$, em que ρ_l e μ_l representam respectivamente a massa volúmica e a viscosidade dinâmica do líquido.

É corrente aceitar-se que o escoamento será laminar para $Re < 1000$, mas tal não significa que $Re = 1000$ seja o limite inferior a partir do qual o escoamento passa a turbulento. Hewitt and Wallis [1], por exemplo, obtiveram escoamento laminar nas suas experiências até $Re \cong 4000$. No entanto, será uma boa precaução considerar que o escoamento pode ser laminar ou turbulento para $1000 < Re < 5000$, dependendo o valor exacto da transição de pormenores da instalação difíceis de quantificar. Só para $Re > 5000$ se pode esperar, com segurança, que o escoamento pelicular seja turbulento. Para escoamento laminar é usada a teoria de Nusselt [2]. A espessura da película de líquido δ , para pressões de ensaio próximas da pressão atmosférica em que a massa volúmica do gás é desprezável face à massa volúmica do líquido, é dada por

$$\delta = \left(\frac{3\mu_l Q}{\rho_l g} \right)^{1/3} \quad (3)$$

Esta expressão pode ainda ser reescrita em função do Re_c :

$$\delta = 0.909 Re_c^{1/3} \left(\frac{\mu_l^2}{\rho_l g} \right)^{1/3} \quad (4)$$

Para escoamento turbulento, Wallis [3] sugeriu uma expressão aproximada para o cálculo de δ , com base numa aproximação da equação de Belkin *et al.* [4].

O seu valor é dado por

$$\delta = 0.063 Re_c^{2/3} \left(\frac{\mu_l^2}{\rho_l g} \right)^{1/3} \quad (5)$$

Um contributo para o estudo de um escoamento pelicular por gravidade ao longo de uma superfície vertical foi por nós fornecido [5].

Experimentalmente, se o volume de gás de cada bolha for medido e o valor de δ for calculado, facilmente se pode prever o valor do comprimento da bolha, tomando como aproximação que a bolha de gás é constituída por um cilindro de gás de diâmetro $d = (D-2\delta)$ e de uma meia esfera de gás de raio $r = (D-2\delta)/2$. Em alternativa, e com maior rigor, o comprimento da bolha pode ser avaliado experimentalmente quando se conhecem a velocidade de ascensão da bolha tubular e o tempo devido à passagem da bolha por uma referência, marcada no tubo.

Fundamento físico

Dumitrescu [6] e Davies and Taylor [7] deduziram teoricamente que a velocidade de ascensão de uma bolha tubular isolada, a pressões de ensaio próximas da pressão atmosférica, depende apenas do valor de g no local onde é realizada a experiência e do valor D do diâmetro do tubo usado. A questão que se coloca e que tem causado alguma discussão é saber por que razão a velocidade de ascensão não depende do comprimento da bolha tubular. Para responder a esta questão é importante caracterizar a

situação em estudo, identificando as variáveis envolvidas. O ponto de partida para a análise que se segue é admitir que, para o valor de g local e escolhido um D que determina o comprimento da bolha L_{bt} , e para um dado volume de gás de uma bolha, o valor de U_{bt} é determinação

$$U_{bt} = f(g, D, L_{bt}) \quad (6)$$

A análise dimensional desta relação pode ser feita segundo as técnicas tradicionais (ver, por exemplo, Kay and Nedderman [8]).

Havendo quatro variáveis envolvidas e sendo apenas duas as grandezas fundamentais (comprimento e tempo), devem escolher-se duas variáveis principais, a partir das quais se adimensionalizam as outras duas. Há várias escolhas possíveis para as variáveis principais. Escolheram-se g e D .

Determinação dos parâmetros adimensionais, Π_1 e Π_2
Com

$$\Pi_1 = \frac{U_{bt}}{g^a D^b} \rightarrow \frac{\frac{L}{T}}{\left(\frac{L}{T^2}\right)^a L^b} \quad (7)$$

vem: $L \rightarrow 1 = a+b$ e $T \rightarrow -1 = -2a$. Calculados os valores de a e b , o parâmetro adimensional é dado por $\Pi_1 = U_{bt}/(gD)^{1/2}$. Π_1 tem sido usado por diversos autores [6, 7, 9] e é usualmente simbolizado pela letra C . Se Π_1 for constante também o será U_{bt} .

Por outro lado,

$$\Pi_2 = \frac{L_{bt}}{g^c D^d} \rightarrow \frac{L}{\left(\frac{L}{T^2}\right)^c L^d} \quad (8)$$

donde: $L \rightarrow 1 = c+d$ e $T \rightarrow 0 = -2c$. Calculados os valores de c e d , o parâmetro adimensional é dado por $\Pi_2 = L_{bt}/D$. Π_2 é uma quantidade adimensional que caracteriza a relação entre o comprimento ou “tamanho” da bolha tubular no seio de um líquido contido num tubo de diâmetro D .

Encontrados os parâmetros adimensionais Π_1 e Π_2 , torna-se necessário saber como se relacionam. A representação gráfica da função

$$\frac{U_{bt}}{(gD)^{1/2}} = \Phi\left(\frac{L_{bt}}{D}\right) \quad (9)$$

para um sistema gás-líquido indicará se a velocidade da bolha tubular depende do comprimento da bolha.

Dispositivo experimental

É fácil realizar no laboratório, com baixo custo, uma experiência que mostre uma bolha tubular em ascensão num líquido. O dispositivo experimental é composto por

um tubo transparente de vidro ou “perspex”, fechado nas duas extremidades, e um sistema de duas válvulas de corte rápido.

Foi marcada uma distância, l , segundo o eixo do tubo para se avaliar o tempo de percurso, t' , feito pelo “nariz” da bolha. Como a bolha se move uniformemente no seio do líquido, o valor experimental da velocidade é determinado pelo quociente da distância pelo tempo medido, ou seja, $U_{bt} = l/t'$. O comprimento da bolha é calculado multiplicando o valor da velocidade da bolha pelo tempo, t , medido durante a passagem da bolha (do “nariz” até à “cauda” da bolha) por uma referência marcada no tubo (por exemplo P_0 , indicada na Figura 1). Esse comprimento é dado por $L_{bt} = U_{bt} t$.

Bolhas isoladas para um sistema ar-água foram estudadas numa gama alargada de volume de gás medido.

Resultados experimentais e discussão

A Figura 2 mostra a variação do comprimento da bolha tubular, L_{bt} , em função do tempo medido, t , e do volume medido de gás, V . O gráfico mostra também os dados experimentais, para os tempos medidos, com as respectivas barras de erro. A linha a cheio representa os valores calculados a partir do volume de gás medido. Como o tubo tinha os topos fechados, não há influência dos efeitos de entrada e de saída dos fluidos, pelo que o escoamento pelicular foi suposto laminar. Os valores $Re = 2866$ e $\delta = 0,603$ mm foram calculados a partir da definição de Re , da expressão (1) dividida por πD , de (3) e do valor de U_{bt} medido.

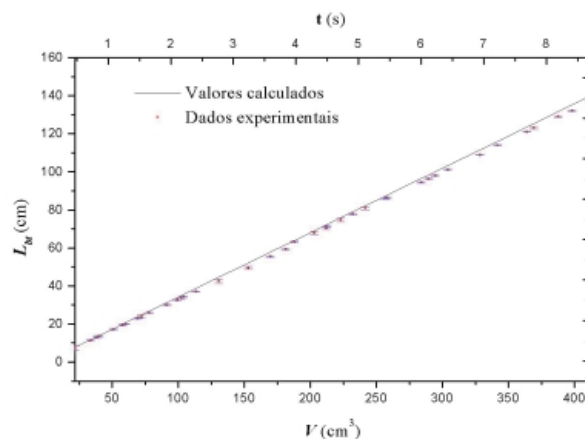


Figura 2 - Variação do comprimento de uma bolha tubular isolada.



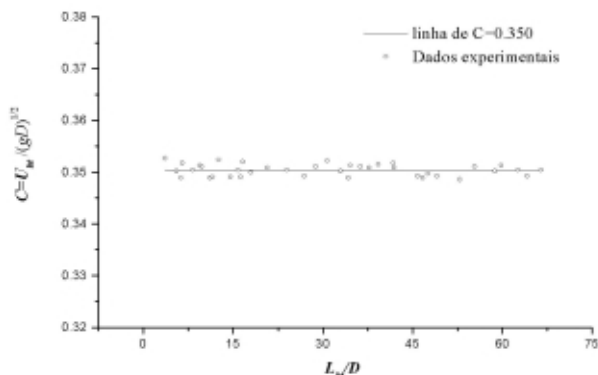


Figura 3 - Influência do "tamanho" da bolha na sua velocidade.

A Figura 3 mostra o resultado obtido a partir da função (9). No gráfico é representada a linha do valor médio de C bem como os dados experimentais. Os pares de valores de C e L_{bt}/D indicados no gráfico sugerem que o valor de C é independente da variação de L_{bt}/D , o que equivale a afirmar que, para o valor local de g e escolhido um certo D , a velocidade de ascensão de uma bolha tubular não depende do seu comprimento.

Conclusão

Com base numa análise dimensional, estabeleceu-se e interpretou-se fisicamente a influência do comprimento de uma bolha tubular isolada na sua velocidade de ascensão no seio de um líquido parado, contido num tubo vertical. Para o sistema ar – água, conforme sugere a Figura 3, o grupo adimensional C é independente da variação do grupo adimensional L_{bt}/D . Neste trabalho, o valor de C é $0,3501 \pm 0,001$. Por conseguinte, a velocidade de ascensão de uma bolha tubular isolada pode ser determinada através da expressão $U_{bt} = 0,350\sqrt{gD}$. O valor de C obtido está de acordo com os valores obtidos nomeadamente por Dumitrescu [6] $C = 0,351$, Davies and Taylor [7] $C = 0,328$ e White and Beardmore [10] $C = 0,345$. Finalmente, este estudo mostrou o mecanismo da relação, tão importante nas ciências físicas, entre o modelo teórico e a experiência.

* Departamento de Física, Universidade de Aveiro 3810 Aveiro
mart@fis.ua.pt

Referências

- [1] Hewitt, G.F. e Wallis, G.B., Flooding and associated phenomena in falling film flow in a vertical tube, Multiphase Flow Symposium - Winter Annual Meeting of ASME, Philadelphia, pp. 62-74 (1963)
- [2] Nusselt, W., Surface condensation of water vapour, Zeitschrift Verein Deutscher Ingenieur 60 (26), 569-575; 60 (27), 541-546 (1916)
- [3] Wallis, G.B., One-dimensional Two-phase Flow. Chap. 11, pp. 336-346, McGraw-Hill, New York (1969)
- [4] Belkin, H.H., MacLeod, A.A., Monrad, C.C. e Rothfus, R.R, Turbulent liquid flow down vertical walls. American Institution Chemical Engineering Journal, 245-248 (1959)
- [5] Talaia, M.A.R., Estabilidade de Bolhas em Líquidos e Encharcamento em Colunas de Parede Molhada, Tese de Doutoramento, Universidade do Porto (1997)
- [6] Dumitrescu, D.T., Stroemung an einer Luftblase im senkrechten Rohr, Zeitschrift Angewandter Mathematischer Mechanik, 23, 139-149 (1943)
- [7] Davies, R.M. e Taylor, G.I., The mechanics of large bubbles rising through liquids in tubes, Proceedings of the Royal Society, London, 200 Ser. A, 375-390 (1950)
- [8] Kay, J.M. e Neddermand, R. M., An Introduction to Fluid Mechanics and Heat Transfer, London, Cambridge University Press (1974)
- [9] Nicklin, D.J., Wilkes, J.O. e Davidson, J.F., Two-phase flow in vertical tubes, Transactions International Chemical Engineering 40, 61-68 (1962)
- [10] White, E.T. e Beardmore, R.H., The velocity of rise of single cylindrical air bubbles through liquids contained in vertical tubes, Chemical Engineering Science 17, 351-361 (1962)



Físicos fora



da

Física

Carlos Pessoa*

*Jornalista.

gazeta@teor.fis.uc.pt

Com a colaboração de Carlos Fiolhais



Físicos fora da Física?! Não, caro leitor, não se trata de um movimento de rectificação que vise expulsar os “maus” físicos. Também não se trata de nenhum fenómeno de deslocação forçada de físicos para outras latitudes profissionais. A verdade é que há muita gente com formação académica em Física – ou que, de uma forma ou de outra, “navegou nessas águas” – que, por sua opção, fez carreira, ganhou nome ou ascendeu ao estrelato por razões que nada têm a ver, à primeira vista, com essa formação. Ou será que têm?... Caberá ao leitor julgar.

Várias pessoas famosas, no universo literário, musical, político, desportivo ou dos negócios vieram do mundo da Física. Uma pesquisa que está longe de ser exaustiva permite-nos revelar aos leitores da “Gazeta” alguns desses exemplos. E há nomes que constituirão verdadeiras surpresas. Desafiamos os leitores a informarem-nos de outros casos, porventura ainda mais surpreendentes.



o escritor

Rómulo de Carvalho

Nasceu em 1906 em Lisboa, tendo-se licenciado em Ciências Físico-Químicas pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Iniciou a sua carreira como professor no Liceu Camões (Lisboa), em 1934, prosseguida nos liceus D. João III (Coimbra), e Pedro Nunes (Lisboa), onde foi a partir de 1958 professor metodólogo em Ciências Físico-Químicas. Em 1946 era co-director da “Gazeta de Física”, onde trabalhou até 1974. Os seus contributos para a divulgação da Ciência em obras de pendor didáctico e formativo são bem conhecidos. Paralelamente, e com o pseudónimo de António Gedeão, desenvolveu uma carreira literária bem conhecida, iniciada em 1956 com o primeiro livro de poesia, “Movimento Perpétuo”, e só interrompida pela sua morte, em Fevereiro de 1997, com mais de 90 anos de idade.



o atleta

Jonathan Edwards

Nascido em Londres, Edwards estabeleceu o recorde do mundo do triplo salto em 1995, recorde que ainda hoje se mantém (18,29 m, nos Campeonatos do Mundo de Atletismo em Gotemburgo, na Suécia). Ganhou a medalha de prata da especialidade nos jogos da Commonwealth de 1990 e 1994, e em 1992 a medalha de ouro nos Jogos Olímpicos de Barcelona. Foi medalha de prata nos Jogos Olímpicos de Atlanta em 1996, perdendo o título mundial para um atleta cubano em Agosto de 1997, em Atenas. Pouca gente sabe que Edwards é formado em Física pela Universidade de Durham, no Reino Unido, em 1987, tendo trabalhado como investigador na indústria electrónica. É um cristão convicto, que diz que Deus o ajuda na vida... e no triplo salto.



o político excêntrico

John Haguelin

Doutorado em Física pela Universidade de Harvard, John Haguelin publicou vários artigos sobre teoria de partículas na “Physical Review Letters” com um número enorme de citações. No entanto, este americano é mais conhecido por ter sido o candidato do Partido da Lei Natural, fundado em 1992, nas eleições presidenciais norte-americanas de 1996. Esta formação partidária está associada aos ensinamentos de Maharishi Mahesh Yogi, um guru indiano que tem uma Universidade Internacional com o seu nome e onde Haguelin ensina. O partido preconiza a saúde natural como meio de reduzir os custos na saúde e o uso da meditação transcendental para resolver os problemas da sociedade. É um programa que está longe de colher a adesão maioritária nos Estados Unidos, e que levou Robert Park, director de informação da Sociedade Americana de Física, a afirmar que “um doutoramento em Física não é uma vacina contra a insanidade”.



o desenhador

Mike Judge

Licenciado em Física pela Universidade de San Diego, Califórnia, Mike Judge é o criador da série de desenhos animados “Beavis and Butthead”. Esta série muito violenta de cinema de animação foi um dos maiores êxitos de audiência do MTV, um canal por cabo dedicado à música pop, onde chegou a ser vista nos momentos áureos por mais de 200 milhões de telespectadores em todo o mundo. O “Financial Times” considerou Beavis e Butthead “os mais populares anti-heróis dos adolescentes americanos”. Na opinião de Francis Slakey, da Sociedade Americana de Física, os dois personagens que passam a vida a incendiar tudo e a furar mutuamente os olhos, “são um ‘travesti’ da juventude americana”.



o músico

Brian May

Guitarrista do grupo “rock” The Queen. Nasceu em Hampton, Middlessex, Inglaterra, em 1947, mostrando desde cedo a sua habilidade escolar. Aos 11 anos ganhou uma bolsa para frequentar a melhor escola do seu distrito. Sempre se interessou por Astronomia, tendo finalizado o curso de Física no início dos anos 60 no Imperial College de Londres. Desistiu a meio de um doutoramento em Astrofísica no Imperial College, de Londres, para se tornar numa estrela da música popular. O grupo que criou com Freddie Mercury e outros nasceu nos anos 70 e conheceu o extraordinário êxito que se sabe. Depois da dissolução dos The Queen, May fez uma carreira a solo, tendo editado em 1998 o seu segundo álbum a solo “Another World”. Conserva o interesse pela astronomia, deslocando-se a qualquer sítio do mundo sempre que haja um eclipse.



o empresário

David Potter

David Potter é um multimilionário britânico, fundador e presidente da companhia Psion (que lançou em 1984 o famoso computador de bolso, “Psion organizer”). Nasceu na África do Sul, em 1944, estudou nos anos 60 em Cambridge, tendo feito o doutoramento em Física de Plasmas no Imperial College de Londres. Utilizou computadores na sua investigação (é mesmo autor de um livro sobre Física Computacional), interessando-se pelas tecnologias da informação. Depois de ter estado na Universidade da Califórnia, em Los Angeles, decidiu em 1980 deixar a vida universitária para fundar a companhia Psion, que conheceu um grande êxito. “O meu salário académico era patético”, declarou na altura para explicar a mudança de vida... Hoje, pensa que “a Física é um grande assunto para treinar a mente. É muito exigente e ensina-nos a ser intelectualmente honestos. Podem usar-se os métodos de pensar aprendidos na Física para obter grandes benefícios em muitas disciplinas”.



o diplomata

Javier Solana

Nascido em 1942, em Madrid, Javier Solana conheceu uma carreira política ascendente, que o levou de deputado às Cortes espanholas a responsável pela cultura e pela diplomacia em governos socialistas de Felipe González, e daí a secretário-geral da NATO. É desde este ano a “Senhor PESC”, presidindo às relações exteriores da União Europeia. Poucos sabem que Solana se especializou em Física da Matéria Condensada, doutorado nos EUA e professor na Universidade Complutense de Madrid. Foi forçado a terminar os seus estudos universitários no Reino Unido devido à sua oposição ao regime de Franco. Lecionou mais tarde em Madrid e escreveu vários trabalhos de Física. Conhecido pela sua capacidade de trabalho, Solana aproxima-se dos 60 anos, mantendo o aspecto de sábio bondoso e um tudo nada lunático. Quem o conhece diz que não é bem assim: “Frio por dentro e quente por fora”, afirma o seu irmão para caracterizar um temperamento determinado e calculista. O diário espanhol “El País” fala do seu “sorriso gelado”, o que para um diplomata é decerto uma virtude.



o cineasta

Paul Verhoeven

Holandês, nasceu em 1938. Formado em Física e Matemática pela Universidade de Leiden, entrou depois na Marinha holandesa, onde começou a sua carreira cinematográfica rodando documentários. Trabalhou depois em séries para a televisão holandesa, tendo-se mudado em 1985 para Hollywood com armas e bagagens. Os seus maiores êxitos de bilheteira foram os filmes de ficção científica “RoboCop” (1987) e “Total Recall” (1990). “Basic Instinct” (1992), “Showgirls” (1995) e “Starship Troopers” (1997) não conheceram o mesmo êxito. O seu último filme, rodado já este ano, intitula-se “The Hollow Man”. Uma das principais características dos filmes de Verhoeven, cujo registo principal é a ficção científica, é a violência extrema – embora para muitos enquadrada de uma forma inteligente e não gratuita. O realizador defende-se, afirmando que “não é verdade que os filmes tornem as pessoas violentas, os filmes apenas reflectem a violência da sociedade”.

António Brotas*



O Molusco de Einstein

Um conto de fim do milénio, com o contributo para a nossa sobrevivência entre micróbios e robôs.

À chegada, o prestigiado Presidente da ACUM (Academia das Ciências Universal Microbiana) trocou umas palavras de circunstância com o colega (e candidato à sua sucessão), que tratara dos detalhes e o arrastara para aquele encontro.

“Sabe, eu não dou muita importância a estas iniciativas do ministro Oag, mas sempre é preferível falar para os jovens do que para os políticos”.

“Sim, os jovens de hoje são os políticos de amanhã, são eles o nosso futuro”.

“Pois” – rosnou para dentro o Presidente –, “assim vais longe. No mínimo, a presidente da ACUM, e talvez até...” Vieram chamá-los. Ao entrar na sala, milhares de jovens micróbios levantaram-se e aplaudiram, fazendo vibrar as membranzinhas. Na realidade, não eram micróbios verdadeiros, mas robôs de micróbios. A sessão era transmitida por vídeoconferência para milhões de outras salas onde biliões de jovens micróbios, estes verdadeiros, a seguiam em directo com a possibilidade de intervirem com perguntas e curtas intervenções.

Um elaborado programa e um complicado sistema de ligações permitiam escolher as perguntas dos micróbios reais e fazer sínteses das suas intervenções que depois eram apresentadas pelos micróbios robôs diante dos conferencistas.

Embora o sistema ainda não estivesse inteiramente apurado, a Administração já usava amplamente o conceito de cidadão-robô. O que se fazia ali, era, exactamente, uma aplicação num domínio, o das conferências científicas, em que se revelara não estar ainda inteiramente afinado.

Em sessões anteriores, os programas elaborados a partir de elementos estatísticos tinham eliminado as perguntas inteligentes e originais com o argumento de serem raras. As intervenções dos jovens micróbios-robôs tinham a tal ponto sido desinteressantes e banais que o público ficara

com uma péssima impressão da juventude.

Tinha havido uma reacção e, em parte devido a ela, e com algum apoio da Academia, tinham sido feitos programas alternativos, muito controversos e desde logo classificados de “elitistas”, em que se procuravam seleccionar as “perguntas inteligentes” e fazer sínteses interessantes. Naquela reunião ia ser testado um destes programas. Os conferencistas, carregando num botão com a indicação “pi”, podiam fazer com que os robôs, em vez das perguntas “médias”, fizessem “perguntas inteligentes”. O acompanhante do Presidente fez as apresentações. O Presidente, algo distraído, não reteve nada do que ele disse e entreteve-se a contar as vezes em que usou os efeitos especiais (conhecidos de todos os oradores) para obter os aplausos dos robôs. Tão entretido estava nesta contagem que foi apanhado de surpresa e teve de entrar de repente no assunto, quando lhe deram a palavra:

“Meus senhores (os jovens gostam sempre de ser tratados por senhores). Venho fazer-vos uma comunicação da maior importância. Como sabeis, a nossa comunidade científica, além dos seus estudos originais, tem dedicado uma boa parte do seu tempo a decifrar o valiosíssimo espólio científico da extinta espécie humana que, pode dizer-se, se autoliquidou com aquela questão da globalização que diminuiu a biodiversidade e a deixou exposta ao nosso mortífero ataque. Esta espécie (que durou menos que os dinossauros) era, no entanto, dotada de um notável “hardware” biológico. Por estranho que pareça, tendo conseguido sobreviver com técnicas rudimentares durante milénios, veio a desaparecer quase instantaneamente (na escala geológica) no momento exacto em que a sua ciência tinha um desenvolvimento explosivo.

Num dos últimos séculos da sua existência, houve um humano, um cientista chamado Albert Einstein, que se

destacou e foi justamente homenageado pelos seus semelhantes. Os nossos matemáticos trabalham hoje intensamente para decifrar a obra de Einstein (a que se seguiram outras ainda mais complexas) e não a terão ainda inteiramente compreendido, mas este grande autor teve a simpática ideia de escrever obras de divulgação e é com base numa delas que eu vos trago hoje, aqui, uma informação importantíssima para nós, micróbios: Nós vivemos no interior de um imenso molusco, finito, mas sem limites”.

Sentiu-se na sala um ambiente de satisfação. Embora a questão dos limites não fosse muito clara, a ideia de viverem no interior de um molusco era manifestamente agradável para os jovens micróbios.

Aproveitando o bom ambiente, o Presidente carregou no botão “pi” e disse: “Podem agora fazer perguntas”.

O primeiro a falar foi um pequeno robô com uma expressão inteligente: “Como é a pele dele?”. “De quem?”. “Do molusco”. “Não tem”. “Então como é que está separado do exterior?”. “Não há exterior”. “Então, o molusco está dentro de quê?”. “Está dentro dele próprio”. Houve um silêncio e, depois, o pequeno robô disse: “Não entendo”. Outras vozes se foram ouvindo em seguida: “Eu também não”. “Eu também não”.

“Vou tentar explicar”, disse o Presidente.

“Vocês têm os seis pontos cardiais que aprenderam na escola: Norte, Sul, Este, Oeste, para Cima e para Baixo. Os humanos não viviam espalhados pelo espaço em blocos de gelatina como nós, mas estavam praticamente confinados à superfície do planeta Terra. Por isso só usavam quatro pontos cardiais. Nos tempos em que só sabiam navegar à vela, um humano, um espanhol chamado Fernão de Magalhães (a cultura histórica do Presidente tinha algumas falhas), saiu com alguns barcos do porto de Sevilha, navegou sempre para Oeste e regressou vindo do Este. Se tivesse navegado para Norte, teria regressado vindo do Sul. No nosso molusco a situação é a mesma. Se andarmos sempre numa direcção regressamos vindos do lado oposto”.

Um robô com ar de líder estudantil levantou-se no meio da sala e disse: “Quer o senhor dizer que o nosso espaço não é euclidiano?”.

“Exactamente”, disse o Presidente.

“Então, se o nosso espaço não é euclidiano, por que é que nos obrigam no 17º ano de escolaridade a fazer um exame de acesso ao Ensino Superior da cadeira de Geometria Descritiva euclidiana a 4 dimensões? Esta cadeira deve ser substituída por outra de Topologia.”

“Não”, disseram imediatamente outros robôs.

“A Geometria Descritiva serve para elevar as nossas médias para entrar na Universidade”.

A polémica estudantil estalou na sala e o Presidente teve a maior dificuldade em dar a palavra a dois robôs que já a tinham pedido.

O primeiro foi um robô com um ar muito sério que perguntou:

“Já resolveram o problema do ‘pavé’ ? “Que ‘pavé’?”.

“Eu não entendo um espaço finito que não possa ser visto de fora se não me indicarem um volume bem definido, o ‘pavé’, que repetido em N exemplares encostados uns aos outros possa preencher esse espaço”. O Presidente reconheceu que os micróbios matemáticos ainda não tinham resolvido o problema, mas disse que andavam à procura da solução nos arquivos dos humanos.

O último interveniente foi um pequenino robô, que estava na última fila e começou a falar muito lentamente:

“Se eu tiver um irmão gémeo, ele ficar parado e eu partir numa dessas viagens para um lado com o regresso vindo do outro, como é que o senhor me garante que não nos vamos encontrar, ele a mim e eu a ele virados do avesso?” “Virados do avesso?”. “Sim, com a mão esquerda tocada pela direita”.

O Presidente sentiu-se ele próprio virado do avesso e compreendeu que já não era capaz de mais nenhuma explicação. A polémica estudantil reacendera-se e todos queriam falar. O indicador do nível de entropia discretamente encrustado no púlpito do orador atingira níveis altíssimos, sinal de que de um momento para o outro a reunião ficaria fora de controlo. Decidiu, então, dirigiu-se à sala e dizer:

“Vou pedir aqui ao meu colega mais novo para vos explicar todas estas questões.”

O acompanhante não se fez rogado. Dirigiu-se ao púlpito, desligou imediatamente o botão das “perguntas inteligentes” e perguntou:

“Vocês querem que eu vos explique tudo isto de um modo muito simples?”

“Sim, sim”, gritaram os robôs de um modo quase unânime.

“Muito bem. Vocês sabem o que é o ‘big bang’ ?” .

“Sim, já aprendemos nas cadeiras de Física. Até já fizemos exames sobre isso.”

“Ótimo, basta relacionar o que aprenderam em Física com o que ouviram agora: o ‘big bang’ foi o instante em que nasceu o molusco em que agora vivemos”.

“Fica tudo claro?”. “Sim, sim”.

“Há mais alguma dúvida?”. “Não, não”.

“Tal qual os humanos na última fase”, pensou o Presidente, mas guardou o comentário para si. Como não havia mais perguntas, encerrou a sessão.

No dia seguinte a imprensa sublinhou a excepcional clareza da intervenção do acompanhante, que quase todos os jornais apresentaram como futuro Presidente da ACUM.

* Departamento de Física do Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais 1000-Lisboa
brotas@fisica.ist.utl.pt

Henrique Machado Jorge, um físico nuclear no universo empresarial

“Iniciativas para PRODUZIR TECNOLOGIA

têm apoio”

A produção, em Portugal, de tecnologia competitiva que também possa ser colocada no mercado internacional e aí possa ser adquirida tanto por portugueses e estrangeiros, é uma aposta em que Henrique Machado Jorge acredita. Físico de formação, doutorado nos Estados Unidos em engenharia nuclear e presidente do Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI) antes de ocupar idêntica função no Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas (IAPMEI), o nosso entrevistado considera que há uma ampla margem para apoiar iniciativas dos agentes públicos e privados que contribuam para dinamizar a produção endógena de tecnologia. E espera que haja empresários com uma clara noção das suas necessidades tecnológicas capazes de as formular e encontrarem parceiros nas universidades e nos laboratórios de Estado.

entrevistado por
Carlos Pessoa

Gazeta de Física — Pela sua formação e funções, esteve ligado à actividade do reactor nuclear português. Para que serve e o que faz uma máquina como essa?

Henrique Machado Jorge — O reactor de Sacavém, nome comum por que é conhecido o reactor português de investigação (RPI), foi adquirido nos Estados Unidos nos anos 50. O objectivo, à altura, era criar uma capacidade nacional na área da energia nuclear. Havia um misto de pretensão de utilização das matérias nucleares — urânio —, eventual produção de rádio-isótopos e também a utilização militar da energia nuclear. Eram as ilusões da época...

Fundamentalmente, um reactor é uma fonte de neutrões. E estes, como partículas neutras sem carga eléctrica, são extremamente úteis em estudos com vista a um vasto leque de aplicações. O nosso reactor é uma máquina pequena, com uma complexidade relativamente modesta mas uma versatilidade apreciável, que permite não só aprender as técnicas nucleares (do ponto de vista da engenharia nuclear) fundamentais, mas também produzir rádio-isótopos para fins médicos, designadamente oncológicos. Permite ainda obter outro tipo de irradiações, como foi feito ao longo destes quase 40 anos de vida do reactor, nomeadamente para estudar plantas e as suas mutações genéticas ou nas esterilizações de moscas e outras pestes de citrinos. Mais recentemente, voltou a ser usado de novo numa perspectiva de estudo oncológico directo. Fundamentalmente, é isto o que se faz e não há qualquer justificação para fugir a este tipo de aplicações.

P. — E onde páram os sonhos de que falou?

R. — Temos de reconhecer que nunca se conseguiu que o RPI, como instrumento de investigação, fosse popular. E quando falo em “popular”, é no sentido de envolver e arrastar a universidade.

P. — Porquê?

R. — Hoje já começa a não ser assim, mas tradicionalmente a capacidade de investigação está nas universidades. As especializações universitárias têm uma lógica própria — de oportunidade, de popularidade deste ou daquele tema, etc. A inflexibilidade que consistiu em ter um reactor num determinado sítio — no caso presente, em Sacavém — excluía praticamente à partida que outras universidades fora da Grande Lisboa se interessassem. Por outro lado, escolas como o Instituto Superior Técnico ou a Faculdade de Ciências de Lisboa (e, mais recentemente, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa) têm tido o seu percurso próprio, que não as tem levado para o campo da utilização de neutrões.

P. — Há países, como Espanha, que encerraram os seus reactores de investigação. É favorável a uma iniciativa no mesmo sentido em Portugal?

R. — Penso que seria prematuro fazê-lo. Se me perguntar o que penso da hipótese de fazer um grande investimento no aumento de potência do reactor ou na sua substituição, tenho muitas dúvidas quanto ao seu interesse. Em contrapartida, acho que se deve explorar este reactor enquanto ele está tecnologicamente adequado, como é o caso. É uma máquina segura que está longe do termo da sua vida útil.

Todavia, é claro que as intenções que havia nos anos 50 e 60 de produção de rádio-isótopos, designadamente para aplicações médicas, utilizando reactores de potência relativamente baixa como o nosso, morreram de todo.

P. — Há outros meios de lá chegar...

R. — Claro. Há hoje rádio-isótopos que são subprodutos do tratamento de combustível irradiado nas centrais nucleares que tornam completamente impossível, em termos económicos, concorrer com a sua produção. Mas é bom lembrar que o RPI é um instrumento totalmente amortizado que apenas tem custos fixos de operação relativamente modestos. Por isso, ainda é um instrumento útil para a Física Aplicada e não seria sensato fechá-lo nesta altura.

P. — A produção de energia eléctrica por via nuclear é também, no nosso país, um sonho morto e enterrado. Nesse quadro, qual pensa ser o futuro da investigação e da tecnologia nucleares?

R. — A tecnologia nuclear que tenha como objectivo o desenvolvimento de técnicas com vista à produção industrial de energia eléctrica não tem qualquer futuro. Isto é válido para Portugal, mas mesmo nos países onde o nuclear teve grande incremento conhecem-se os problemas que existem, como é o caso da Alemanha ou

dos países nórdicos.

A produção nuclear de energia deve ser considerada hoje como um complemento e de maneira nenhuma será a coluna vertebral do sistema de produção industrial de energia eléctrica, como se pensava há 30 anos atrás. Isto não significa que eu pense que ela vá desaparecer totalmente, mas a verdade é que o investimento fundamental que se faça no sentido de desenvolver conhecimentos para a tecnologia nuclear não tem grande razão de ser. A única possibilidade é a utilização dos neutrões, e aí há



muito a fazer. De qualquer modo, eles serão usados simplesmente como um instrumento – por exemplo, na área da metalurgia, das novas técnicas de detecção ou do apuramento de técnicas já existentes. Em estudos de Física Aplicada, os neutrões também ainda têm muita aplicação. No fundo, há que pôr os reactores de investigação em paralelo com outros instrumentos, como os aceleradores de partículas – mais complexos e dispendiosos, como se sabe –, e tomar as decisões, que são de carácter económico.

P. – Que futuro vê para o Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN)?

R. – É uma questão sensível. O papel do ITN está longe de estar esgotado. É verdade que o investimento feito em todas as técnicas associadas ao reprocessamento do urânio está ultrapassado e já não há nenhuma justificação para reabrir essa frente. Mas o ITN continua a ser, em Portugal, a instituição mais vocacionada para as técnicas nucleares, que podem ser usadas em vastos domínios da investigação. Ele reúne condições para manter o espectro mais amplo de técnicas nucleares, devendo ser, do meu ponto de vista, a instituição de referência à qual recorressem os investigadores que queiram aplicar técnicas nucleares nos seus domínios concretos de estudo. As técnicas evoluíram muito e exigem uma grande prática, o que significa que não se pode pedir a um experimentador, nem sequer a uma equipa, que domine todo um conjunto de técnicas. Por conseguinte, quando ele quiser recorrer a uma determinada técnica, deve ir ter com os especialistas. O ITN reúne, em Sacavém, as condições para ser a instituição especialista num leque apreciável de técnicas nucleares e, desse ponto de vista, apoiar a investigação feita em muitas outras instituições e sectores.

P. – Mas isso é o que se faz ou o que pensa que deve acontecer?

R. – Há em Portugal a tradição de cada instituição – e estou agora a pensar nos laboratórios do Estado – fixar o seu próprio programa de uma forma autónoma, se não mesmo autista. O que é necessário é que haja um entrosamento de capacidades. O facto de haver um Ministério da Ciência e da Tecnologia, um forum natural para esse tipo de discussão, é um contributo muito positivo para levar as pessoas a discutir em termos abertos e chegarem a acordo sobre operações e complementaridades. O que está hoje fora de questão, face ao volume existente de recursos financeiros e outros, é que se façam sobreposições que têm custos em termos de rentabilidade nacional.

P. – Está à frente do IAPMEI desde Dezembro do ano passado. Que pontes podem ser estabelecidas entre a Física e a indústria? E que futuro há para um físico nas pequenas e médias empresas portuguesas?

R. – A primeira prioridade do IAPMEI é colaborar no lançamento do programa operacional da economia no quadro do terceiro Quadro Comunitário de Apoio. Mas o seu papel não se esgota nos sistemas de incentivos,

e uma agência de pequenas e médias empresas é e será sempre necessária independentemente do grau de desenvolvimento da economia portuguesa.

O seu financiamento é público, competindo-lhe acudir a falhas de mercado. O IAPMEI não pode concorrer com operadores no mercado, pois não é essa a sua vocação nem a sua finalidade. Mas a tecnologia ainda aparece associada a falhas de mercado e o Plano Operacional da Economia tem imensas possibilidades para acolher iniciativas de pendor tecnológico. Adquirir tecnologia e equipamentos é uma possibilidade, mas uma economia não pode estar globalmente na mão de terceiros por não dispor de tecnologia própria. Isto não é a defesa de uma tecnologia portuguesa, mas a apologia de que se produza em Portugal tecnologia que também possa ser colocada no mercado internacional e aí ser adquirida por portugueses e estrangeiros por ser considerada competitiva.

Tendo em conta as nossas limitações em recursos humanos muito qualificados e os custos dos desenvolvimentos tecnológicos, há uma ampla margem de trabalho para uma agência como o IAPMEI no sentido de apoiar iniciativas dos agentes públicos e privados que contribuam para dinamizar a produção endógena de tecnologia.

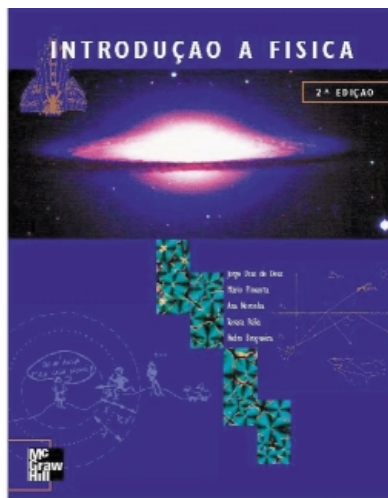
P. – Ou seja, o IAPMEI pode ter uma palavra a dizer em relação a projectos, ideias e iniciativas que os físicos possam ter e queiram desenvolver?

R. – Houve e há projectos que associam empresas e entidades académicas – os chamados projectos em consórcio – cuja experiência mostra que não têm muitas vezes uma autêntica razão de ser. Uma equipa universitária com uma ideia interessante arranja uma empresa mas esta, em norma, só muito moderadamente está interessada. Não digo que o trabalho produzido não tenha mérito, mas isso não tem futuro, pois não responde a uma necessidade sentida pelo agente económico, que acabará por não tirar o devido partido disso. O que nós esperamos é que haja empresários com uma clara noção das suas necessidades tecnológicas a formular essas necessidades e que consigam encontrar parceiros, designadamente na academia e nos laboratórios de Estado, que com eles executem esses projectos. Há bons exemplos, como o da indústria do calçado. O IAPMEI está fortemente interessado em ajudar a desenvolver instrumentos que suportem iniciativas de carácter tecnológico. Um exemplo: o sector das energias renováveis, onde há boa tecnologia em Portugal. Temos é que criar os instrumentos para que se passe do laboratório, do protótipo, para a realidade empresarial.

Física em Portugal

Romper com um certo tipo de ensino

Está já nas livrarias a segunda edição do livro “Introdução à Física”, de Jorge Dias de Deus, Mário Pimenta, Ana Noronha, Teresa Peña e Pedro Brogueira, publicado pela McGraw-Hill portuguesa (ver secção “Livros”). Falámos com o primeiro daqueles autores, o Dr. Jorge Dias de Deus, professor de Física do Instituto Superior Técnico (instituição a que já presidiu).



Gazeta de Física – Acaba de sair uma nova edição desse “best-seller” que é “Introdução à Física”. Quais são as principais alterações e por que foram feitas?

Jorge Dias de Deus – Essa do “best-seller” faz-me lembrar o comentário do Mark Twain quando leu num jornal a notícia da sua morte: parece-me que é um exagero. As principais alterações foram no sentido de completar certos temas como a óptica geométrica, física estatística e física do estado sólido. Por outro lado, na mecânica, houve a preocupação de estabelecer uma ponte mais clara com a física do secundário: incluiu-se uma revisão da física newtoniana.

P – Os alunos do Técnico têm, em geral, boas classificações à entrada. Mas o livro será também adequado para os alunos que trazem tão má preparação da escola secundária? O

que se deve fazer em primeira prioridade na escola básica e secundária para melhorar a preparação dos alunos em Física em particular e em ciências em geral?

R – O livro foi adoptado em várias licenciaturas no Técnico (não em todas), mas também em várias outras universidades. Talvez não seja inteiramente verdade dizer que o livro só é bom para os bons alunos, ou para os alunos bem preparados. Essa não foi certamente a ideia dos autores! A ideia foi a de romper com um tipo de ensino da Física em que esta é vista como algo chato, formal, inútil e antiquado. E aqui entramos na segunda parte da questão. É que a Física do secundário é exactamente isso: chata, formal, inútil e antiquada. Passa-se o tempo a repetir cinemática de forma obscura, disserta-se sobre velocidade e celeridade, fala-se de electrostática como no século XVIII e deixa-se em branco toda a Física importante deste século, desde as ondas electromagnéticas à mecânica quântica (esta quando aparece é com o rótulo de Química!), dos semicondutores aos supercondutores, dos satélites aos telemóveis e às televisões, da Biofísica à Física do Ambiente. Não é fácil dar sucintamente a solução para o problema dos ensinamentos básico e secundário e fazê-lo revelar, no mínimo, algum pretensiosismo. Mas, lá vai: ciência integrada, no básico, pelo menos; ensino criativo, com responsabilidade individual; ensino fazendo coisas, que podem ser muito simples, mas que envolvam as mãos e a cabeça, recolha e processamento de dados e informação, etc., etc. Não será o que toda a gente pensa? O problema não tem a ver com horários e coisas assim! Tem a ver com uma revolução de mentalidades.

P – É o autor do recente “Viagens no Espaço-Tempo”, um livro de divulgação científica na Gradiva. Qual pode ser o papel dos livros de divulgação no ensino?

R – Eu julgo que a boa divulgação – o que não é necessariamente o caso em causa – é um escape para a chatice do ensino normal. São lufadas de ar num ambiente fechado! Não penso que haja

um livro de divulgação que disserte sobre a velocidade e a celeridade. Isso são parvoíces bizantinas e o melhor é castrar os anjos para não haver mais discussão! Isto é o que eu penso (o “de que” não digo).

Doutoramentos no Minho

Realizaram-se em maio passado as seguintes provas de doutoramento no Departamento de Física da Universidade do Minho:

– Luis Gachineiro Cunha, “Estudo dos mecanismos de degradação em revestimentos PVD baseados em nitretos metálicos no processamento de materiais plásticos”.

– J. Filipe Vilela Vaz, “Preparação e Caracterização de Filmes Finos de $Ti_{1-x}Si_xN_y$, Crescidos por Pulverização Catódica Reactiva em Magnetrão”.

Astrofísica no Porto

As novas oportunidades geradas com a entrada de Portugal na “European Space Agency” – ESA ficaram claras no encontro realizado no Porto de 30 de Março e 1 de Abril passados. Intitulada “Space Astronomy: from the Sun’s vicinity to large scale structure”, a reunião internacional foi organizada pelo Centro de Astrofísica da Universidade do Porto e pela ESA. Enquanto cientistas da ESA e outros visitantes forneceram perspectivas gerais da ciência espacial, os astrónomos portugueses relataram os trabalhos de investigação mais importantes realizados no nosso país (ver <http://sci.esa.int/>).

Novo supercomputador

O Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra (CFCUC) adquiriu um sistema para computação paralela consistindo em 12 estações de trabalho Compaq XP1000 com o

processador Alpha 21264, a 667 MHz, ligadas por um switch de 100 Mbits. Cada computador tem 512 MB de memória RAM e um disco de 9 GB e usará o sistema operativo Linux. Este sistema foi fornecido por uma divisão europeia da Compaq especializada neste tipo de sistemas e inclui “software” especial de gestão das máquinas em paralelo.

O novo sistema veio complementar outro semelhante já existente designado por “Centopeia”, que consiste de 24 estações de trabalho Digital com processador Alpha a 500 MHz da anterior geração, com um desempenho de pico de cerca de 24 GFlops. A “Centopeia” tem sido utilizada para cálculos intensivos de Física da Matéria Condensada e testes de algoritmos paralelos para problemas de optimização de geometrias de moléculas. O novo sistema, que está ligado à “Centopeia” por um “uplink” de 1 Gbit, tem aproximadamente o mesmo desempenho que o anterior. O supercomputador do CFCUC está aberto à utilização por outros centros.

Pedro Alberto

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

pedro@teor.fis.uc.pt



Museu de Física

Realizou-se no dia 27 de Abril a primeira das palestras do Museu de Física da Universidade de Coimbra. Foi oradora a Dr^a Raquel Henriques da Silva, directora do Instituto Português dos Museus, que abordou o tema “Museus

universitários: a herança e os desafios”. As palestras seguintes são:

– “Museums, History, and the Public Understanding of Science”, por J. A. Bennet (Museum of the History of Science, Oxford), em 4 de Maio.

– “Conservar e restaurar: dos princípios à prática no Museu de Física”, por Adília Alarcão (Museu Machado de Castro, Coimbra), em 18 de Maio.

– “Museums in the Heroic Age of English Geology (1815-1851)”, por Simon Knell (University of Leicester), em 1 de Junho.

– “O colecionador privado na Arte e na Ciência”, por Paula Mesquita dos Santos (Museu de Soares dos Reis, Porto), em 15 de Junho.

– “Os Museus Universitários no âmbito dos Museus de Ciência”, por Fernando Bragança Gil (Museu de Ciência da Universidade de Lisboa), em 6 de Julho.

Objectos do Museu estão ou estarão presentes nas seguintes exposições:

– “Fundamentos da Amizade: Cinco Séculos de Relações Culturais e Artísticas Luso-Chinesas”, no Centro Científico e Cultural de Macau em Lisboa, até Maio de 2000.

– “A Universidade e a Formação do Brasil”, na Pinacoteca de S. Paulo, Brasil, a abrir em Setembro de 2000.

– “Instrumentalized Vision: from the World in a Box to Images on a Screen”, no Getty Research Institute for the History of Art and the Humanities, em Los Angeles, EUA, a abrir em Novembro de 2001.

– No Science Museum de Londres, em projecto.

Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra

Os estatutos da Universidade de Coimbra de 1772 justificavam a importância do estudo da Astronomia e da Matemática, na Geografia e na Navegação. Salientavam ainda o valor dos observatórios no conhecimento da Terra e mandavam estabelecer um observatório não só para a Astronomia prática, mas também,

para fixar longitudes e rectificar os elementos fundamentais da Astronomia. Actualmente, o Observatório Astronómico daquela universidade, que está na tutela do Departamento de Matemática, faz investigação em Física solar e Astrofísica estelar e promove actividade de formação e divulgação científica.

Investigação

São obtidos diariamente espectro-heliogramas (na zona do visível) na risca do cálcio ionizado e na risca H alfa do hidrogénio. Além deste trabalho de rotina, iniciado em 1926, o uso dos espectro-heliogramas permite a investigação em Física Solar, como por exemplo o estudo da risca da ressonância He II 304 Å, feito em colaboração com o Laboratório de Astronomia de Goddard/NASA (EUA), e o estudo de regiões activas durante períodos mínimos de actividade solar, em colaboração com o Observatório de Ondrejov (República Checa). Há um projecto de modernização do espectroheliógrafo tendo em vista o seu controlo automático, a captação digital dos espectro-heliogramas e a sua afixação na Internet.

A energia de uma estrela observada na Terra é basicamente emitida pela sua superfície. Assim, para conhecer a estrutura interna da estrela são necessários modelos do seu comportamento termodinâmico que são materializados num conjunto de rotinas. Estes códigos, em conjunto com observações astrométricas, fotométricas e espectros-cópicas, permitem conhecer a estrutura interna, a idade e a abundância em hélio de uma estrela. As investigações nesta área realizam-se em colaboração com os Observatórios de Paris, Estrasburgo e Toulouse.

Formação e divulgação

De 2 a 8 de Agosto de 1999 realizou-se no Observatório, com a colaboração do Observatório de Lisboa, a 1^a Escola de Verão Interdisciplinar sobre o Sistema Solar. A escola, dirigida a estudantes finalistas, de mestrado e no início de doutoramento, deu preparação teórica e

prática. A segunda edição da escola realizar-se-á em meados de 2001.

O Observatório oferece visitas guiadas, nomeadamente a escolas. Além disto, têm sido organizadas desde 1997 uma ou duas semanas de “portas abertas” anuais para o público geral – o programa “Em torno do Sol”, integrado na “Astronomia no Verão” do Ministério da Ciência e Tecnologia. Promovem-se observações astronómicas abertas ao público, em particular em dias de ocorrência de fenómenos celestes, como foi o caso do eclipse solar de 1999. O Observatório tem ainda o programa “Dia da Astronomia” destinado a escolas primárias da região Centro. Desde Janeiro de 2000 que o Observatório Astronómico tem um jornal electrónico, o Helios (<http://www.mat.uc.pt/~helios>).

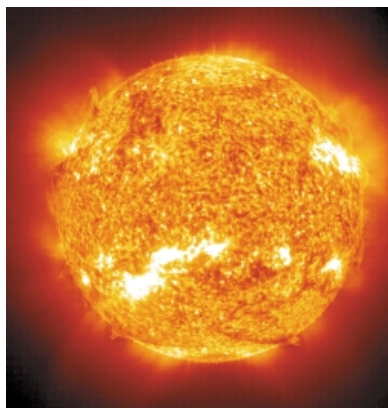
O Observatório publica anualmente, desde 1802, as efemérides astronómicas. Na edição de 1999 são apresentados, entre outros, os cálculos para as posições do Sol, Lua, planetas principais, luas de Júpiter, algumas estrelas mais brilhantes, e eclipses do Sol e da Lua.

Existe ainda aberto ao público um núcleo museológico com instrumentos de observação astronómica e terrestre, relógios e cartas celestes.

João Fernandes

Observatório Astronómico e Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra

jmfernan@mat.uc.pt



Escola de Outono em Lisboa

De 8 a 13 de Outubro próximo realiza-se em Lisboa a XVIII Escola de Outono (que existe desde 1979), sobre o tema “Topology of Strongly Correlated Systems”. Pretende reunir físicos de diferentes áreas desde QCD até à Matéria Condensada, tratando temas como anomalias, vórtices, solitões, topologias na rede e confinamento. Entre os conferencistas anunciados encontram-se o recente Prémio Nobel da Física Gerald t’Hooft (Utrecht, EUA), e David Thouless (Seattle, EUA). Para mais informações:

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

Plasma de Quarks–Gluões

Realizou-se no passado dia 14 de Abril no Instituto Superior Técnico, em Lisboa, um “workshop” com o título “Searching the Quark-Gluon Plasma: a look into the future”. Discutiram-se os resultados experimentais recentes obtidos com feixes de iões pesados no CERN, em Genebra, e no BNL, em Brookhaven. Entre os conferencistas contaram-se Bernd Mueller, Helmut Satz e Peter Sonderegger. Os organizadores foram Jorge Dias de Deus, Carlos Lourenço e João Seixas.

Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica

Neste ano em que se comemora o “achamento do Brasil”, realiza-se de 22 a 27 de Outubro na Universidade de Évora e na Universidade de Aveiro (primeira parte em Évora e segunda parte em Aveiro, com visita intermediária a Coimbra), o 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica. Para além de aproximar os historiadores de ciência dos dois países, pretende-se debater o modo como países como Portugal e Brasil, periféricos no que respeita ao surgimento e consolidação

da ciência moderna, incorporaram as novas ideias oriundas primeiro da Europa e depois dos Estados Unidos.

Para mais informações, contactar cefhfc@uevora.pt.

<http://www.eventos.uevora.pt/clbhct>

Prémios em Faro

No 2º Encontro Nacional de Estudantes de Física, em Faro (ver última “Gazeta de Física”), promovida pelo Quanta em colaboração com o Physis, o júri presidido pelo Dr. Eduardo Ducla Soares, da Universidade de Lisboa, atribuiu os seguintes prémios:

Primeiros classificados, “ex-aequo”:

– Patrick Sousa, Universidade do Algarve, com “O estudo do efeito Lázaro” (análise experimental da “ressurreição” de detectores de silício irradiados quando sujeitos a temperaturas criogénicas);

– José Marques, João Moreira e Alexandre Lindote, Universidade de Coimbra, com “Estudos de Espectroscopia e fluxos de partículas na experiência AMS” (análise de dados da experiência do espectrómetro magnético enviado para o espaço em 1998 no vaivém “Discovery”, realizada em paralelo com a análise oficial).

O prémio será uma viagem ao congresso internacional de estudantes de Física (ICPS 2000) a realizar de 4 a 11 de Agosto em Zadar, na Croácia.

Foram ainda atribuídas as seguintes menções honrosas:

– Sandrina Nunes, Universidade do Algarve, com “Simulação de Monte Carlo do tratamento da arterioesclerose”.

– Ana Cavaco, Universidade de Aveiro, com “Absorção no infravermelho em camadas finas e altamente dopantes”.

– Cristina Monteiro, Universidade de Coimbra, com “Resposta em energia dos detectores de germânio hiperpuro para raios X com energia na região do limiar de absorção da camada K do germânio”.

Novo mestrado em Faro

Vai abrir em Outubro de 2000 um novo mestrado na Universidade de Faro. A área de especialização é “Física para o Ensino”, sendo a duração de 2 anos. Para mais informações ver <http://-ualg.pt/UCEH/fisica/mestrado>.



Encontro Nacional de Educação em Ciência

O Departamento de Ciências da Educação da Universidade dos Açores organiza nos dias 2, 3 e 4 de Novembro deste ano, em Ponta Delgada, o VIII Encontro Nacional de Educação em Ciência. Os organizadores pretendem que a reunião represente um momento de reflexão sobre a educação científica na nossa escolaridade básica e secundária. Pretendem, igualmente, propiciar trocas de experiências e promover um diálogo entre profissionais da educação. Na tradição de anteriores encontros, são objectivos deste Encontro:

- Promover o debate, a reflexão e a troca de experiências entre investigadores e educadores dos ensinos básico e secundário;

- Contribuir para a divulgação de experiências e projectos inovadores no ensino das ciências;
- Divulgar o panorama actual da investigação sobre a educação em ciência em Portugal;
- Contribuir para um melhor conhecimento das práticas pedagógicas dos educadores.

Para mais informações, contactar a Comissão Organizadora, Departamento de Ciências de Educação, Universidade dos Açores. Apartado 1422, 9502 Ponta Delgada Codex; Tel. 296.65.31.55, Fax 296.65.38.70, “e-mail” encontro@notes.uac.pt.

Questões de Física

Nova questão:

Gostaria que me respondessem a uma dúvida que tenho há algum tempo. É uma experiência prática e simples: se eu pilotasse um avião com combustível suficiente para duas voltas à Terra e desse as duas voltas em 24 horas, ou seja num dia, no sentido contrário ao do fuso horário, eu estaria a retroceder um dia? Será isso possível? Ou estaria apenas a voltar onde estava com a data do dia anterior (parece-me ilógico)?

(Um aluno de Engenharia Informática)

Segundo Mark Zemansky (“Temperatures Very Low and Very High”, Dover, 1981), “as chamas normais nas quais um gás natural ou um líquido atomizado ou carvão pulverizado reagem com o oxigénio do ar raramente dão temperaturas acima de 2000 K, mas 4850 K podem ser obtidos com a reacção $C_2 N_2 + O_2 \rightarrow 2 CO + N_2$ ”. São necessárias temperaturas superiores para obter um plasma, normalmente acima de 20 000 K. No entanto, a temperatura de uma chama pode ser bastante aumentada através de uma descarga eléctrica, que ioniza a região da chama.

C. F.

Tcarlos@teor.fis.uc.pt

Relembremos a questão colocada no número anterior por uma professora do ensino secundário:

A chama amarela de uma vela ou produzida por uma lamparina é um plasma?

A resposta é a seguinte:

Um plasma, o chamado “quarto estado da matéria”, é uma mistura de átomos, iões e electrões. Todas as moléculas se encontram dissociadas em átomos e a maior parte destes estão ionizados. Não é o que ocorre numa reacção de combustão numa chama de vela ou lamparina.



Física no Mundo

Prémio europeu de Física

O prémio “Europhysics-Agilent Technologies”, sucessor do prémio Hewlett-Packard para a Física da Matéria Condensada, foi atribuído este ano a Paolo Carra (ESRF, Grenoble, França), Gerrit van der Laan (Daresbury Laboratory, Reino Unido) e Gisela Schuetz (Instituto de Física, Wuerzburg, Alemanha) pelo desenvolvimento de uma nova técnica conhecida por dicroísmo magnético de raios X (DMX). Este prestigiado prémio é atribuído desde 1975 a físicos com contribuições importantes na Matéria Condensada; sete dos laureados vieram mais tarde a receber o prémio Nobel!

Dicroísmo é a propriedade, presente em alguns materiais, de a absorção da luz depender do estado de polarização dos fotões. O exemplo mais conhecido de material dicroico são as folhas de Polaroid, que absorvem selectivamente um dos dois estados ortogonais que compõem um feixe de luz polarizada. O dicroísmo magnético é um efeito semelhante que ocorre em materiais magnéticos, cujo coeficiente de absorção de raios X depende do estado de polarização do feixe e da magnetização da amostra. Por exemplo, num ferromagnete ou num antiferromagnete, a absorção de raios X é ligeiramente diferente para uma polarização linear dos fotões paralela ou perpendicular à direcção de fácil magnetização da amostra. Este efeito é conhecido por dicroísmo magnético linear de raios X (DMLX). De forma semelhante, um ferromagnete absorve de forma diferente um feixe de raios X de polarização circular direita ou esquerda, falando-se neste caso de dicroísmo magnético circular de raios X (DMCX). Obtém-se um espectro de DMCX de um material medindo, em função da energia dos fotões incidentes, a diferença entre os coeficientes de absorção para feixes de raios X de polarização circular oposta.

O DMX é uma das mais importantes descobertas das duas últimas décadas em magnetismo. Desde as primeiras experiências de van der Laan e Schuetz, tem sido utilizado com êxito no estudo da origem microscópica da anisotropia magnética e de propriedades associadas como a magnetoestrição e a coercividade. Também é frequentemente utilizado no estudo de multicamadas e filmes finos magnéticos, de grande interesse tecnológico. Por exemplo, é possível determinar a polarização de um metal não-magnético numa interface com uma camada ferromagnética e estudar assim os mecanismos de acoplamento magnético entre os dois materiais. Há um número cada vez maior de utilizadores de DMX a frequentar as instalações de radiação de sincrotrão, entre os quais se encontram alguns portugueses. Entre as vantagens desta técnica contam-se a selectividade atómica, através da escolha da aresta de absorção, e a alta sensibilidade que permite utilizá-la para estudar uma camada de apenas alguns átomos de material magnético. Acresce que é possível extrair informação quantitativa precisa sobre o valor das componentes orbital e de “spin” dos momentos magnéticos analisando os espectros dicroicos, recorrendo a um conjunto de “regras de soma” descobertas por T. Hole, G. van der Laan e P. Carra. Por ter falecido recentemente num acidente, Hole não pôde partilhar o prémio.

José António Paixão

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

jap@pollux.fis.uc.pt



Paulo Carra, o físico italiano premiado.

“Europhysics News”

O boletim da Sociedade Europeia de Física (EPS), “Europhysics News”, tem um novo comité editorial, que é dirigido por George Morrison, da Universidade de Birmingham, Inglaterra. A responsabilidade administrativa continua a ser de David Lee, secretário da EPS. O boletim é distribuído em Portugal a todos os sócios da SPF, que são automaticamente sócios da EPS. No novo comité, que tem planos para melhorar a revista (agora produzida pela EDP, editora da Sociedade Francesa de Física), tem lugar o director da “Gazeta de Física”, a quem podem ser endereçados comentários, sugestões ou artigos.



Rede europeia de Física

A “European Physics Education Network” (EUPEN), uma rede de cerca de 100 departamentos de Física europeus apoiada pela União Europeia (programa Sócrates), vai no seu quarto ano de actividade. De início, o seu objectivo principal era encorajar a mobilidade de estudantes, mas hoje está também preocupada com várias questões do ensino da Física, desde os currículos e novas formas de ensino até às carreiras profissionais. Alberga grupos de trabalho internacionais sobre experiências estudantis (descobriu-se que a carga horária dos alunos de Física era máxima em Itália e mínima na Irlanda), a estrutura e desenvolvimento curricular

(descobriu-se que os dois primeiros anos do curso de Física eram muito semelhantes em toda a Europa), a organização dos estudos de Física (os cursos são maiores na Itália e menores no Reino Unido, a mais baixa percentagem de mulheres estudantes é na Suíça e a mais alta na Roménia, os custos do curso são mais elevados a Suíça e mais baixos na Roménia), a empregabilidade dos físicos (as condições variam muito na Europa, mas as condições mais favoráveis encontram-se na Alemanha) e a investigação no ensino da Física (que identificou como tópicos mais actuais o uso das novas tecnologias, novos cursos de formação de professores e novas formas de ligar teoria e experiência).

O boletim electrónico “EUPEN on-line” fornece notícias sobre a educação em Física para as pessoas de contacto na EUPEN. O editor é o responsável pela EUPEN, o físico belga Hendrik Ferdinande, da Universidade de Ghent, na Bélgica (“e-mail”: hendrik.ferdinande@rug.ac.be, <http://allserv.rug.ac.be/~hferdin/eupen/index.html>). A pessoa de contacto em Portugal é o Dr. Carlos Matos Ferreira, do Departamento de Física do Instituto Superior Técnico (“e-mail”: cmferrei-ra@alfa.ist.utl.pt).

O núcleo mais rico em protões

O níquel 48, o núcleo mais rico em protões, foi produzido pela primeira vez no acelerador GANIL (França), onde feixes de níquel 58 foram enviados contra um alvo (o níquel é conhecido por ter uma das maiores variedades de isótopos: o Ni78, em contraste com o Ni48, é um dos núcleos mais ricos em neutrões). O Ni48 é de especial interesse uma vez que tem um núcleo duplamente mágico. A probabilidade de criar Ni 48 nesta colisão é expressa por uma secção eficaz de apenas 50 femtobarns, a menor secção eficaz alguma vez medida em Física Nuclear. No entanto, a vida média que o Ni 48 aparenta —

cerca de metade de um microsegundo — dá aos físicos a esperança de poderem observar uma nova espécie de radioactividade, o decaimento por emissão de diprotões (conjunto de dois protões). Para isso, os investigadores do GANIL necessitam de uma amostra maior.

Econofísica

A Física aplicada à Economia (Econofísica) continua uma área quente. Depois de uma reunião em Dublin no ano passado, realiza-se de 13 a 15 de Julho na Universidade de Liège, Bélgica, uma conferência que tem o apoio da Sociedade Europeia de Física sobre “Applications of Physics in Financial Analysis”. Recordar-se que Ausloos, um físico de Liège, tem artigos onde mostra como a física estatística podia ter previsto o último grande “crash” da bolsa. Para mais informações sobre o encontro, contactar: eps.conf@univ-mulhouse.fr, <http://www.eps.org/apfa>.

Detecção precoce do cancro

No “March Meeting” da Sociedade Americana de Física, realizado em Minneapolis, EUA, foram anunciadas novas técnicas de Física para detectar cancros. Usando espectroscopia de dispersão de luz, com a qual se estudam as cores deflectidas por um objecto iluminado, Michael Feld e colegas do MIT desenvolveram um método para detectar os primeiros sinais de cancro no epitélio, uma camada de tecido em superfícies de órgãos tal como o cólon. Cerca de 85 por cento de todos os cancros começam no epitélio, que muitas vezes é a primeira linha de defesa contra a doença. Usualmente, os patologistas têm de fazer a biópsia de tecido epitelial e confiar no seu olho clínico (mas subjectivo) para encontrar os primeiros sinais de cancro. Numa

aproximação menos invasiva e mais quantitativa, os físicos do MIT usam uma fina sonda de fibra óptica para iluminar com luz branca o tecido epitelial e colectar a luz que o tecido deflecte directamente para a sonda. Com esta luz deflectida, os investigadores conseguiram medir o índice de refração e o conteúdo espectral em diferentes regiões do tecido. Isso permitiu-lhes mapear áreas (ver figura, tirada de <http://www.aip.org/physnews/graphics>) com sinais de problemas como multiplicação anormal de células, crescimento de núcleos celulares e aumento do material genético conhecido como cromatina. Tendo identificado com êxito cólons e tecidos do esófago pré-cancerosos em testes clínicos reais, os físicos pensam que a sua técnica chegará ao mercado nos próximos anos. No mesmo encontro, Paul Gourley, dos Sandia Labs, apresentou um laser de biocavidade do tamanho de uma pequena moeda que pode detectar cancro no sangue examinando apenas algumas centenas de células, cerca de um bilionésimo de litro (ver <http://www.sandia.gov/media/NewsRel/NR2000/candetec.htm>).



Nova interpretação da Mecânica Quântica ...

“Copenhagen”, uma peça de Michael Frayn sobre o encontro em 1941 entre Niels Bohr e Werner Heisenberg, foi o tema de um simpósio na City University de Nova Iorque. Físicos, historiadores e pessoas do teatro envolvidas na produção da peça (que estreou na Broadway depois do êxito em Londres) discutiram a questão central sobre a razão por que Heisenberg, na época cientista-chefe do projecto da bomba atómica alemã, foi visitar o seu velho amigo na cidade

ocupada de Copenhaga. Será que ele pretendia saber algo sobre os planos atômicos dos aliados? Pretenderia ele analisar com Bohr a ética de aplicar a Física para construir a mais mortífera de todas as armas? Devemos ver Heisenberg como um herói por propositadamente ter travado ou sabotado os esforços atômicos alemães ou antes como um engenheiro incompetente que não sabia sequer a diferença entre um reactor e uma bomba?

As apresentações mais interessantes no simpósio foram efectuadas por Hans Bethe e John Wheeler, físicos eminentes que trabalharam no projecto de bomba dos aliados e que conheceram Bohr e



Werner Heisenberg e Niels Bohr.

Heisenberg pessoalmente. Bethe declarou que “Heisenberg não tinha o menor interesse em bombas atômicas”, referindo como prova as gravações de “Farmhall”, tomadas secretamente, das conversas de Heisenberg e outros cientistas atômicos alemães (entre os quais Otto Hahn, descobridor da cisão nuclear) quando, depois da guerra, estavam presos sob custódia britânica. As notícias da bomba de Hiroshima constituíram um grande choque para os alemães que, apesar de não terem progredido muito no desenvolvimento da sua bomba, pensavam que estavam à frente dos aliados. A tentativa inicial feita por Heisenberg de justificar o sucesso dos aliados numa sessão tutorial aos seus colegas parece indicar que ele estava muito longe de compreender o funcionamento da bomba. Wheeler (que esteve recentemente em Portugal) falou de vários encontros com Heisenberg, incluindo um na Universidade de Michigan em 1939, de onde Heisenberg teve de se ausentar

para treino militar na Alemanha. A recepção de Heisenberg entre os físicos nos anos de pós-guerra foi por vezes fria, disse Wheeler. Não foi surpresa que Heisenberg tenha ten-tado nos anos finais defender a sua honra e, em várias ocasiões, tentado explicar os fins da sua visita em 1941. Numa dessas explicações, manteve que foi ter com Bohr para lhe sugerir que a produção de uma bomba atômica seria muito pouco prática, pelo que o esforço alemão nesse sentido não teria sucesso e que, assim, os aliados deviam também desistir da sua tentativa. Neste ponto crucial, o historiador Gerald Holton referiu uma carta recentemente descoberta de Bohr para Heisenberg, que nunca chegou a ser enviada. Holton leu-a mas ela foi selada por mais 12 anos a pedido dos herdeiros de Bohr. Sem revelar o conteúdo exacto da carta, Holton sugeriu que Bohr não confirma nela o que Heisenberg afirmou em público sobre o seu encontro de 1941. Haverá um juízo definitivo sobre Heisenberg? Provavelmente não. A força metafórica da peça de Frayn é, evidentemente, uma extensão do princípio da incerteza quântica ao domínio das motivações humanas e, no decurso da peça, com o recontar cíclico do mesmo acontecimento sob diferentes perspectivas, ficamos a perceber que nem o próprio Heisenberg estava seguro das suas motivações quando foi a Copenhaga (ver <http://inside.gc.cuny.edu/orup/copenhagen>).

O telescópio Hubble viu objecto misterioso

O telescópio espacial Hubble, que está em actividade há 10 anos, viu o que deve ser o objecto mais antigo e mais distante no universo – uma galáxia com um desvio para o vermelho de 12. A maior parte das galáxias observadas até hoje têm desvios para o vermelho entre 1 e 4 e a galáxia mais distante observada até à data tem um desvio para o vermelho de 6,68. Agora, Mark

Dickinson, do Space Telescope Science Institute, em Baltimore (EUA), está a tentar observar o objecto – que foi fotografado em 1998 pelo Hubble Deep Field North – a partir do solo com um dos telescópios Keck, de 10 metros, no Hawai. O artigo de Dickinson aparecerá nas “Philosophical Transactions of the Royal Society” (“preprint” astro-ph/0004028).



Telescópio Hubble

Riscas supercondutoras

A evidência para uma “stripe phase” (fase com riscas) em supercondutores a alta temperatura aumentou com o resultado de experiências recentes de dispersão de neutrões e de canalização de iões. As riscas (como as camisolas do Sporting) referem-se às densidades de carga e de spin. Ambos os conjuntos de experiências foram realizados em óxido de cobre, bário e ítrio (YBCO) e os resultados não podem ser explicados com base nas teorias actuais que descrevem o comportamento de metais ou supercondutores a baixa temperatura (Nature 404, pp. 729 e 736). Estará para breve uma explicação convincente da supercondutividade a alta temperatura?

Plasma de quarks-gluões

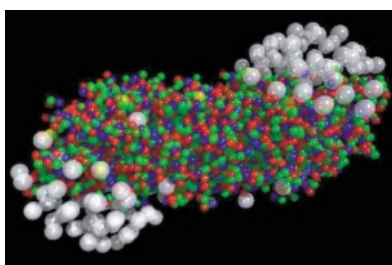
Em experiências do CERN, um feixe de iões de chumbo a alta energia (a energia total é de cerca de 33 TeV, com energia no centro de massa de cerca de 3,5 TeV) colide com alvos fixos de chumbo. Nas colisões do CERN, a

densidade de matéria nuclear, efectiva, momentânea, deve ser cerca de 20 vezes a densidade nuclear normal. Não é absolutamente certo que o novo estado nuclear seja um arranjo denso de matéria nuclear conhecida ou uma manifestação do muito procurado plasma de quarks e gluões. Nesse plasma, os quarks e os gluões que normalmente os ligam em agregados de dois (mesões) ou três quarks (bárions) movem-se desordenadamente numa sopa, tal como os iões num plasma. Um tal plasma nuclear deve ter existido no universo inicial apenas alguns microsegundos depois do “Big Bang”.

A evidência para a transição de uma fase hadrónica (bárions e mesões) para uma fase de plasma deve consistir em:

- 1 – Produção aumentada de mesões estranhos;
- 2 – Decréscimo da produção de mesões ψ pesados (cada um consistindo de um quark com charm e de outro com anticharm);
- 3 – Aumento na criação de fótons energéticos e de pares leptão-antileptão.

Evidência (indirecta) pelo menos dos dois primeiros tipos apareceu nos dados recolhidos no CERN (ver <http://www.cern.ch>). Para mostrar a existência do plasma de uma maneira mais directa seria conveniente que o estado de plasma durasse mais tempo, devendo observar-se os tipos de jactos de partículas e de raios gama que provêm de bolas de fogo com energias ainda mais elevadas. Essa gama de energias (cerca de 40 TeV) estará disponível nos próximos meses no “Relativistic Heavy Ion Collider” que está a ser ultimado em Brookhaven, EUA. Físicos portugueses participaram nas experiências em causa realizadas no CERN.



Circuito eléctrico que imita flutuações cambiais

No que é um dos últimos exemplos da Econofísica, Hideki Takayasu e seus colegas, dos Sony Computer Science Laboratories (Japão), desenharam um circuito eléctrico com flutuações de tensão que são bastante similares às flutuações de um gráfico da taxa de câmbio iéne-dólar. O objectivo da Sony era construir um calculador mais rápido para os preços de opções, que dependem das taxas de câmbio. As opções são uma espécie de “seguro” para futuras mudanças cambiais. Comprar uma opção significa o direito de comprar moeda em certo tempo futuro a um preço pré-determinado, contrariando eventualmente a taxa de câmbio da altura. No recente encontro da APS, em Minneapolis, Takayasu mostrou que os gráficos das flutuações do iéne contra o dólar eram notavelmente semelhantes em diferentes escalas de tempo, exibindo por isso um comportamento fractal. Os investigadores desenharam e construíram então um circuito eléctrico barato que produz flutuações bastante semelhantes usando barulho eléctrico natural como semente de variações aleatórias. O circuito custa aproximadamente cinco dólares e pode estimar flutuações iéne-dólar tão rapidamente como “wokstations” de 10 000 dólares, que “correm” simulações computacionais de evoluções cambiais.

O mais poderoso microscópio electrónico

O mais poderoso microscópio de transmissão electrónica (TEM) foi construído por uma equipa dirigida por Akira Tonomura, do Hitachi Advanced Research Lab, em colaboração com a Japan Science and Technology Corporation. Neste tipo de TEM de “emissão de campo”, os electrões são emitidos por um cátodo, acelerados por uma enorme tensão e enviados contra a amostra. A ten-

são usada foi de um milhão de volts, o que produziu um feixe de ondas electrónicas com uma intensidade (brilho) 4 vezes maior do que os TEMs anteriores (ou 1000 vezes maior do que os TEMs convencionais de emissão termoiónica). O aparelho é uma maravilha da tecnologia. A tensão tem de ser estável no valor indicado a menos de meio volt; a fonte electrónica tem de estar fixa a menos de 0,5 nm. O novo instrumento consegue resolver filas de átomos que apenas estão separados de meio angstrom (rivalizando assim com microscópios de varrimento por efeito túnel, STM) e pode também recolher imagens de um modo suficientemente rápido (60 imagens por segundos como na TV) para produzir filmes de, por exemplo, agregados de ouro que mudam a sua forma. Segundo alguns autores, esse microscópio será útil para observar propriedades dinâmicas de sistemas de matéria condensada, sendo um exemplo o movimento de vórtices em supercondutores a alta temperatura (Kawasaki *et al.*, Applied Physics Letters 6, Março 2000).

Recordes de temperatura na Terra

Dezasseis meses seguidos de recordes de altas temperaturas na Terra (temperatura média global) durante 1997 e 1998 sugeriram a Thomas Karl (director do National Climate Data Center, EUA) que há uma tendência de aquecimento global induzida artificialmente, não se tratando apenas do tipo de flutuações naturais de temperatura que se espera encontrar no registo climático. Segundo ele, os dados do último quarto de século são caracterizados por um gradiente de temperatura de 2 graus Celsius por século. O pico de 16 meses não tem paralelo nos registos de temperatura terrestres, que remontam ao século XIX (Geophysical Research Letters, 1/Março/ 2000). O Museu de Ciência da Universidade de Lisboa inaugurou em Maio uma exposição sobre alterações climáticas.

Carta aberta aos sócios

Quando receber este número da “Gazeta de Física” completámos um ano desde que o novo figurino da revista foi implementado. Infelizmente não nos foi possível evitar que esta transição se fizesse sem algum atraso nas datas de saída. Por este facto pedimos desculpa. Apesar disso, espero que me acompanhe nas felicitações que quero endereçar ao director da “Gazeta” e a todos os que dão o melhor do seu esforço para a sua realização. Simultaneamente quero pedir-lhe a sua ajuda para podermos continuar a melhorar a revista. Como é que poderá ajudar? Divulgue-a, promova a sua assinatura pela biblioteca da sua Escola ou Departamento, escreva-nos e ajude-nos a angariar publicidade e novos sócios.

Presentemente, a SPF tem cerca de mil sócios. Pois bem, até ao fim do nosso mandato pretendemos duplicar este número. Tal é possível e, com a sua ajuda, será simples. Use a nossa página na Internet (<http://spf.pt>) e, por “e-mail” ou qualquer outro meio, envie-nos o nome de um colega que ainda não seja sócio. A alteração da “Gazeta” bem como a adopção do novo logotipo fizeram parte de um plano de mudança da imagem da Sociedade. Conseguimos estes objectivos importa agora dotar a SPF de uns estatutos actualizados. Efectivamente, ao longo dos nossos vinte e cinco anos de actividade, sucessivas Assembleias Gerais foram efectuando pequenas alterações nos Estatutos. Contudo, como nenhuma destas alterações foi objecto de escritura pública, a versão inicial está ainda legalmente em vigor.

Vamos alterar esta situação. Com o precioso auxílio do Prof. Fernando Parente foi feito um levantamento de todas as emendas aprovadas. Depois fornecemos esse texto a um advogado com o pedido de que nos preparasse uma versão juridicamente correcta. Aproveitámos para introduzir algumas modificações que, em nosso entender, poderão revelar-se úteis ao futuro da Sociedade. Em particular, entendemos que os estatutos deveriam possibilitar que a SPF participasse ou constituísse outras associações ou empresas compatíveis com os seus fins. Por exemplo, as sociedades de física inglesa e francesa têm como principal fonte de rendimento as suas editoras. Foram ainda introduzidas outras alterações, como seja o desaparecimento da figura de Secretário-Geral, passando o Presidente a ser eleito directamente pelos sócios.

A nova versão dos Estatutos, já discutida pela Direcção, está disponível na página da SPF na Internet e será votada pelos sócios na Assembleia Geral que se vai realizar na Figueira da Foz às 18 horas do dia 27 de Setembro do corrente ano. Agradecemos que todas as propostas de alteração sejam enviadas à Mesa da Assembleia Geral até ao dia 15 de Setembro. Deste modo, haverá tempo, em consulta com o assessor jurídico, para verificar a sua compatibilidade com o restante articulado. Não só pela importância daquela Assembleia Geral como também pelo restante programa da reunião bienal da SPF, apelamos à participação dos sócios na “Física 2000”, que se realizará na Figueira de Foz de 27 a 30 de Setembro próximo.

Augusto Barroso
(Secretário-Geral da SPF)

barroso@cii.fc.ul.pt

Prémios Público-Gradiva-SPM e SPF

A editora Gradiva, o jornal “Público”, a Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM) e a Sociedade Portuguesa de Física (SPF) decidiram criar dois prémios anuais destinados a distinguir o melhor aluno de Matemática e o melhor aluno de Física em todo o país, no final dos estudos secundários. Os prémios têm as seguintes designações: Prémio Bento de Jesus Caraça (Matemática) e Prémio Mário Silva (Física). Criados por ocasião do Ano Mundial da Matemática, uma iniciativa da União Internacional de Matemática com o apoio da UNESCO, estes dois prémios têm como objectivo promover, em Portugal, o ensino e a aprendizagem de duas importantes ciências básicas – Matemática e Física – e, ao mesmo tempo, desenvolver nos jovens o gosto pela prática, cultura e espírito científicos. As quatro entidades organizadoras consideram que um processo de salutar emulação pode trazer estímulos adicionais à população estudantil portuguesa no Ensino Secundário, cujos méritos não têm sido suficientemente divulgados, e que a distinção dos melhores estudantes ajudará a projectar na sociedade portuguesa uma imagem melhor não só das ciências mas também das escolas e dos professores que as transmitem em Portugal.

Acima de tudo, e ao divulgar protagonistas de excelência do nosso sistema de ensino e aprendizagem, pretendem as entidades organizadoras contribuir para a melhoria do ensino das ciências, que tem conhecido algumas dificuldades no nosso país, mas que se reconhece ser essencial para o nosso desenvolvimento. Consideram-se candidatos potenciais aos prémios todos os alunos que nos exames nacionais do 12º ano de Matemática e Física, organizados pelo Ministério da Educação, tenham obtido a classificação igual ou superior a 18 valores, considerando para isso qualquer uma das chamadas. Esses alunos são convidados a escrever um pequeno trabalho sobre um tema da disciplina de Matemática ou Física, trabalho esse

original a nível da divulgação científico-pedagógica.

Dois júris, científica e pedagogicamente qualificados, um nomeado maioritariamente pela SPM e outro pela SPF, e incluindo em cada um deles um representante da Gradiva e um representante do “Público”, tomarão as decisões. O aluno de Matemática e o aluno de Física apurados desta maneira receberão um prémio doado pela Gradiva e pelo “Público”. Este jornal acompanha todo o processo, divulgando-o de forma privilegiada, incluindo o anúncio em primeira mão dos premiados e tendo o direito de publicar, também em primeira mão, os trabalhos distinguidos. O regulamento dos Prémios é transcrito a seguir.

Regulamento dos Prémios

1 – Os alunos que, nos exames nacionais do 12º ano de Matemática e Física (considerando qualquer uma das chamadas) tenham obtido uma classificação de Muito Bom (igual ou superior a 18 valores) são convidados a concorrer aos prémios Bento de Jesus Caraça (Matemática) e Mário Silva (Física), respectivamente. Estes dois prémios são independentes um do outro, valendo a nota de Matemática para o prémio de Matemática e a nota de Física para o prémio de Física. Um mesmo aluno pode candidatar-se aos dois prémios em simultâneo.

2 – Até ao dia 31 de Dezembro de 2000, os alunos nas condições anteriores, e que desejem concorrer, deverão formalizar a respectiva candidatura por carta ao Presidente de cada uma das Sociedades (Av. República 37 4º, 1050-187 Lisboa), acompanhada de um trabalho escrito que não exceda 10 páginas de formato A4, expondo um tema de Matemática ou de Física, conforme o prémio em causa, de uma forma ao mesmo tempo cientificamente correcta, pedagogicamente útil e culturalmente interessante. O tema é livre, não estando por isso sujeito a enquadramento nos programas oficiais do en-

sino secundário ou outros. Na apresentação da candidatura ao Prémio, com a entrega do trabalho, o aluno, além da identificação completa (nome, morada, telefone, “e-mail” se houver, escola, nome do professor de Matemática ou Física no 12º ano) deverá especificar a nota obtida no exame em causa e acrescentar uma declaração, sob compromisso de honra, da autoria pessoal do trabalho.

3 – Dois júris formados cada um por cinco membros, escolhidos pelas direcções da Sociedade Portuguesa de Matemática e da Sociedade Portuguesa de Física e incluindo um representante da Gradiva e outro do “Público”, escolherão os trabalhos a distinguir, revelando no final os nomes dos respectivos autores. Os critérios para atribuição dos prémios serão da responsabilidade do júri, devendo ser lavrados em acta. O júri seleccionará até ao máximo de 5 candidatos, para uma apresentação oral e discussão do seu trabalho. Para cada Prémio, um dos apresentantes deverá ser escolhido como vencedor, podendo ser atribuídas menções honrosas aos restantes. O júri escolherá entre si um presidente, que será o seu porta-voz. Esse presidente, que terá voto de qualidade, será obrigatoriamente um matemático, no caso do Prémio Bento de Jesus Caraça, e um físico, no caso do Prémio Mário Silva.

4 – Os prémios consistem, além de um diploma, de uma importância pecuniária, estabelecida pelas Publicações Gradiva e pelo jornal “Público”, cujo valor é passível de actualização mas que, na primeira edição dos prémios, tem o valor de 600 000\$00 cada um. Os professores de Física e Matemática do 12º ano dos alunos premiados receberão, assim como a biblioteca da respectiva escola, uma colecção de livros de ciência da Gradiva.

5 – O jornal “Público” acompanhará e promoverá, com os meios julgados adequados, o processo de selecção dos candidatos e atribuição dos prémios, efectuando a devida publicidade e divulgando em primeira mão os nomes dos alunos premiados, títulos dos tra-

balhos e escolas frequentadas. Publicará depois, num suplemento especial dedicado à Matemática e à Física, sobre o qual terá inteira responsabilidade jornalística, um resumo dos trabalhos premiados (tendo o direito de publicar em primeira mão esses trabalhos). Os trabalhos poderão mais tarde ser publicados pela Gradiva, para distribuição à comunidade escolar, e pelas duas sociedades científicas, nas suas publicações.

6 – Os prémios serão entregues numa cerimónia pública, da responsabilidade das entidades organizadoras.

7 – Os prémios são atribuídos anualmente, reservando-se as entidades organizadoras o direito de rever o presente regulamento.

8 – Da decisão dos júris não há recurso.



Física 2000

Decorre no final de Setembro na Figueira da Foz a “Física 2000”, a última reunião bienal da SPF neste século. É a primeira vez que este encontro decorre fora de uma das cidades com universidades estatais, mas há na Figueira da Foz um pólo da Universidade Católica com jovens físicos que cultivam áreas que vão da Ciência de Materiais à Física de Partículas.

A 12ª Conferência Nacional de Física procurará fazer uma avaliação da situação da Física em Portugal ou feita por portugueses, ao mesmo tempo que, com a ajuda de prestigiados cientistas, entre eles dois galardoados com o Nobel, procurará lançar um olhar prospectivo

sobre a “Física no limiar do século XXI”. A SPF preocupa-se com o ensino da Física. Aproveitará, pois, o 10º Encontro Ibérico para o Ensino da Física para, com a colaboração de especialistas internacionais e através do confronto de experiências com a Real Sociedad Española de Física, perceber tendências e perspectivas para “O futuro do ensino da Física”.

A estrutura paralela do encontro permite fortalecer os laços entre a comunidade científica, entre nós predominantemente universitária, e a dos professores do ensino básico e secundário. Fixaram-se por isso um conjunto de sessões plenárias de actualidade em que se abordarão desde temas científicos de “ponta” – passíveis de leituras de diferente profundidade – até questões de absoluto interesse tanto para cientistas como para professores. Assim, abriremos com uma conferência de Leo Lederman (Prémio Nobel da Física de 1988), físico que se apaixonou pelo ensino e divulgação da Física, estando empenhado na mu-dança no ensino da Física em escolas americanas. Cobrem-se, depois, desde o panorama histórico da Física há um século e hoje (Manuel Fernandes Thomaz, de Aveiro) ao estado do ensino da Física na Europa (Gunnar Tibell, de Uppsala, Suécia, responsável pela Divisão de Educação da Sociedade Europeia de Física) e suas perspectivas futuras (Jonathan Osborne, de Londres). Nos domínios de “ponta”, Jorge Dias de Deus (Lisboa) falará sobre física de iões pesados, António Divino Moura sobre o clima (quem melhor que o director, brasileiro, do International Center for Climate Prediction, de Nova Iorque, para falar do clima?), Alain Aspect, de Orsay, França (sobre óptica quântica e condensados de Bose-Einstein (ver entrevista recente na “Gazeta de Física”) e Carlo Rubbia (Prémio Nobel da Física de 1984 e ex-director do CERN) sobre o seu “amplificador de energia” que promete ajudar a resolver os problemas energéticos no século XXI.



Os pormenores sobre a conferência estão a ser disponibilizados nas páginas da Internet (<http://nautilus.fis.uc.pt/~spf/fisica2000.html>).

São ainda de referir alguns dos temas e participantes confirmados para as sessões convidadas da Conferência e do Encontro Ibérico.

Na Conferência, as experiências recentes de violação de CP serão abordadas por Panagiotis Pavlopoulos, de Genebra (Suíça), e a Astrofísica Nuclear por Claus Rolfs, de Bochum (Alemanha). Aspectos de Biofísica (nomeadamente as proteínas) e a aplicação da teoria de sistemas à Biologia serão os temas das conferências de Leonor Cruzeiro-Hansson (Faro) e de João Pedroso de Lima (Coimbra), enquanto Henrik Bohr, de Lyngby (Dinamarca), tratará de sistemas complexos, Carlos Fiolhais (Coimbra) de Agregados Atómicos e Nanotecnologias, e Manuel Maneira (Lisboa) de Física e Tecnologia.

No Encontro Ibérico, destacam-se as comunicações de Laurinda Leite (Braga) sobre o ensino experimental da Física, de Matilde Vicentini (Roma) sobre a natureza da ciência, de Isabel Martins (Aveiro) sobre literacia

científica, de José Maria Pastor (Madrid) sobre o futuro laboratório didáctico de Física, de Mariana Valente (Évora) sobre o desenvolvimento do gosto pela ciência, e de Ramón Román (Granada) sobre a investigação educativa e formação de professores. Será igualmente de sublinhar o interesse especial que a organização está a pôr na realização de oficinas pedagógicas, muitas delas de carácter experimental, em que os professores do básico e secundário contactam com novas tecnologias ao serviço do ensino da Física. Neste sentido, registe-se o apoio da Escola Secundária Joaquim de Carvalho no sentido de criar condições para realizar sessões múltiplas. De salientar, por fim, as actividades a organizar para o público em geral e para os alunos das escolas secundárias da cidade, bem como a realização do concurso final de selecção da equipa portuguesa que participará no CERN, na mostra do programa “Physics on Stage”.

Rui Ferreira Marques

Presidente da Comissão Organizadora do Física 2000

rui@filip3.fis.uc.pt

A Secção “Olimpíadas de Física” é dirigida por Manuel Fiolhais, José António Paixão e Fernando Nogueira.

O contacto com os coordenadores poderá ser feito por carta para: Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelos telefones 239-410645, 239-410615, fax 239-829158 ou “e-mail” olim@teor.fis.uc.pt

Fase Regional

Os Departamentos de Física das Faculdades de Ciências de Lisboa, Porto e Coimbra foram, uma vez mais, palco da fase regional das Olimpíadas de Física que tiveram lugar no passado dia 13 de Maio. É devido um agradecimento especial às equipas de correcção que, num curto intervalo de tempo, classificaram um elevado número de provas. A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) agradece também o apoio logístico dado a este evento pelos três Departamentos de Física (e pelos Departamentos de Educação e de Matemática da FCUL), e os patrocínios recebidos da Secretaria de Estado da Educação, além da Fundação da FCUL, Fundação Calouste Gulbenkian, Texto Editora, Porto Editora, Reader's Digest, Texas Instruments, Dyrup, Caixa Geral de Depósitos e Antena 3.

Indicam-se a seguir os vencedores em cada delegação regional.

Região Norte

Participaram 27 equipas do escalão A (9º ano) e 73 alunos do escalão B (11º ano), num total de 42 escolas.

Vencedores:

Escalão A (9º ano)

Equipa da Escola Básica 2,3 de Leça da Palmeira, constituída por Carla Patrícia Barbosa Duarte, Daniel Filipe Rodrigues Preto e Gil António Resende.

Escalão B (11º ano)

Paulo Filipe Machado, da Esc. Secundária António Sérgio (Vila Nova de Gaia), Fábio Diales da Rocha, da Esc. Secundária Carlos Amarante (Braga), Eva Sofia Osório e António Manuel Couto, do Colégio Liceal de Santa Maria de Lamas, Artur Costa Castro e Miguel Lima Teixeira, da Esc. Secundária da Maia, Simão Pedro Carneiro, da Esc. Secundária da Trofa, e André Costa Espinho, da Esc. Secundária Fontes Pereira de Melo (Porto).

Região Centro

Participaram 90 alunos do escalão A (9º ano) e 56 alunos do escalão B (11º ano), de um total de 41 escolas.

Vencedores:

Escalão A (9º ano)

Equipa da Escola Básica 2,3 Grão Vasco (Viseu), constituída por Edgar Domingos Mendes, Francisco Manuel Natário e José Francisco da Silva.

Escalão B (11º ano)

Pedro Bruno Amaral e Rita Luísa de Freitas da Esc. Secundária Alves Martins (Viseu), António Daniel Almeida e Pedro Nunes Fiolhais, da Esc. Secundária D. Duarte (Coimbra), João Pedro Madaí, da Esc. Secundária Emídio Navarro (Viseu), Pedro Godinho, da Esc. Secundária Jacome Rattón (Tomar), Joana Catarina Ferreira, da Esc. Secundária José Falcão (Coimbra), Paulo André Rosa, da Esc. Secundária D. Pedro I (Alcobaça) e Vera Lúcia Martins, da Esc. Secundária de Sever do Vouga.

Região Sul e Ilhas

Participaram 16 equipas do escalão A (9º ano) e 66 alunos do escalão B (11º ano), num total de 47 escolas.

Vencedores:

Escalão A (9º ano)

Equipa da Escola Básica 2,3 nº 1 de Telheiras, Lisboa, constituída pelos alunos Inês Morgadinho Mesquita, André Filipe Ramos e Duarte Albuquerque.

Escalão B (11º ano)

André Dias, do Colégio Manuel Bernardes (Lisboa), Ana Vanessa

Santos, da Esc. Secundária de Leal da Câmara (Rio de Mouros, José Helder Gomes, da Esc. Secundária Francisco Franco (Funchal), Pedro Miguel Neto, do Externato Irene Lisboa (Arruda dos Vinhos), Nuno Miguel Rosa e Rodrigo Farinha Matias, da Esc. Secundária Dr. António Carvalho Figueiredo (Loures), Pedro Alegre Queiroz, da Esc. Secundária Prof. Herculano de Carvalho (Lisboa), e Tiago Rodrigues Sousa, da Esc. Secundária da Amadora.

Fase nacional das Olimpíadas

A fase nacional das Olimpíadas decorre em 16 e 17 de Junho, no Porto. Ficarão aí pré-seleccionados os estudantes que poderão participar nas Olimpíadas Internacionais de Física do ano 2001, que terão lugar na Turquia, e na Olimpíada Ibero-Americana (ainda sem local de realização designado).

Os enunciados das provas regionais podem ser obtidos em <http://www.spf.pt/olimpiadas/home-olimpiadas.pt.html>

Olimpíadas Internacionais

No dia 19 de Maio decorreram em Coimbra as provas de apuramento para as Olimpíadas Internacionais de Física, IPhO'2000. Ao longo do ano os alunos pré-seleccionados foram apoiados pelos seus professores orientadores: Jaime Alberto Cardoso (Escola Secundária António Nobre, Porto), Maria Celeste Simões (Escola Secundária António Sérgio, V. N. Gaia), Maria José Amaral (Escola Secundária da Maia, Maia), Maria Júlia Gaspar (Escola Secundária de Camões, Lisboa), Ana Maria Antunes (Escola Secundária do Lumiar, Lisboa), Maria Celeste dos Santos (Escola Secundária Professor Herculano de Carvalho, Lisboa), Judite Martins (Escola Secundária Dr. Bernardino Machado, Figueira da Foz), Maria do Céu Pereira (Escola Secundária Gabriel Pereira, Évora), Carlos Pontes Vasconcelos (Escola Secundária Jaime Moniz, Funchal)



Equipa do escalão A durante a sua prova em Coimbra

e Mário Julião Malcata (Escola Secundária José Falcão, Coimbra). A todos a SPF agradece o empenho no apoio aos seus alunos.

Tendo em vista proporcionar aos estudantes pré-seleccionados algumas lições sobre conteúdos do programa da IPhO que não fazem parte do programa do nosso ensino secundário, a SPF promoveu dois mini-cursos que se realizaram em Coimbra nos dias 4 e 5 de Fevereiro e 28 e 29 de Abril. Além dos "team-leaders" José António Paixão, Fernando Nogueira e Manuel Fiolhais colaboraram nesta preparação os professores da FCTUC Pedro Vieira Alberto, Lucília Brito, Adriano Pedroso

Lima e Francisco Gil, a quem a SPF agradece.

Os alunos apurados para a Olimpíada Internacional de Física de 2000, que terá lugar em Leicester, Inglaterra, de 8 a 16 de Julho foram: Pedro Tiago Baptista, da Esc. Sec. Herculano Carvalho (Lisboa), João Vide Barbosa, da Esc. Sec. António Sérgio (V. N. Gaia), Fernando José Abegão, da Esc. Sec. Gabriel Pereira (Évora), Marta Varela, da Esc. Sec. Lumiar (Lisboa) e Luís Miguel Silva, da Esc. Sec. António Sérgio (V. N. Gaia). Ficaram apurados para a Olimpíada Ibero-Americana, que decorrerá de 14 a 21 de Setembro em Jaca, Espanha, os alunos: Ângelo Gabriel Cardoso, da Esc.

Sec. Bernardino Machado (Figueira da Foz), Ricardo Nuno Monteiro, da Esc. Sec. da Maia, João Eduardo Gouveia, da Esc. Sec. José Falcão (Coimbra) e José Pedro Farinha, da Esc. Sec. Jaime Moniz (Funchal).

Os enunciados das prova de apuramento para as Olimpíadas Internacionais podem ser obtidos em <http://www.spf.pt/olimpiadas/home-olimpiadas.pt.html>

O que dizem os físicos sobre a Matemática...

"A Natureza está escrita em caracteres matemáticos".

Galileu Galilei

"Ao preparar-se para o seu trabalho o físico precisa de três coisas: matemática, matemática e matemática".

Wilhelm Roentgen

"Um matemático pode dizer o que quiser, mas um físico tem de ter alguma sanidade mental."

Joshua Willard Gibbs

"A equação diferencial entrou na física teórica como criada de servir mas tornou-se gradualmente uma amante".

Albert Einstein,

"Há um enigma que desde sempre tem perturbado as mentes. Como pode a matemática, ao fim e ao cabo um produto do pensamento humano independente da experiência, ser tão admiravelmente apropriada aos objectos da realidade?"

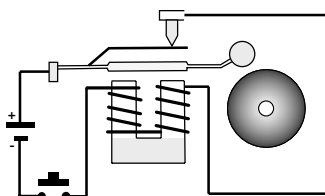
Albert Einstein



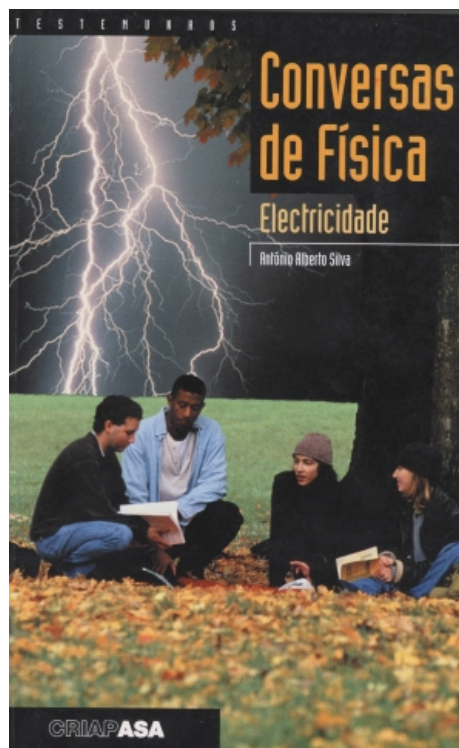
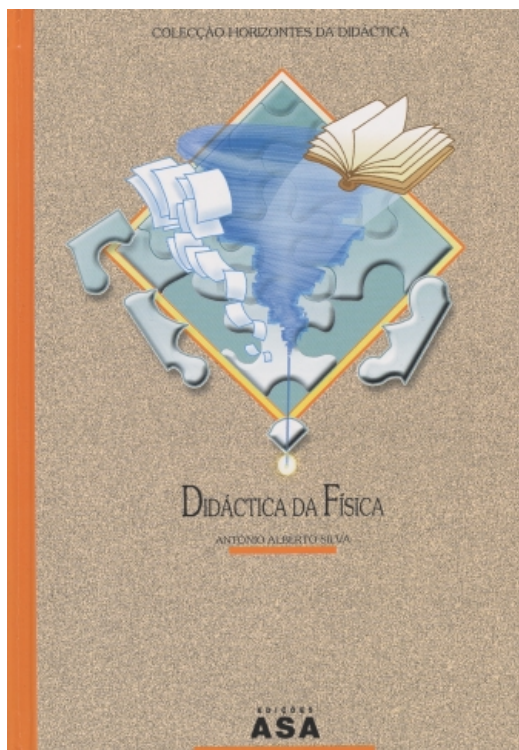
VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

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



Didáctica e conversas de Física

O autor de dois novos livros sobre didáctica da Física — António Alberto Silva — é engenheiro electrotécnico, mestre em Física e doutor em Didáctica da Física. É professor adjunto no Departamento de Ciências da Natureza e Matemática da Escola Superior de Educação do Porto. Tem artigos publicados nas revistas “Physics Education”, “School Science Review” e “Computers & Education”. Os dois livros agora publicados pela ASA baseiam-se na sua tese de doutoramento, com o título “Uma modelização didáctica social construtivista e ecológica”, defendida em 1997 na Universidade de Aveiro. A supervisora, Nilza Costa, prefacia estas duas obras.

A palavra “construtivista” do título da tese remete para as correntes filosófico-pedagógicas que têm informado o ensino das ciências em Portugal nos últimos anos e que, na minha opinião, são responsáveis por alguns dos problemas que afligem esse ensino (a culpa não deveria morrer solteira). Essas correntes defendem que os alunos devem construir por eles mesmos o seu conhecimento científico. Fá-lo-ão com base nos seus “pré-conceitos”, onde os “novos conceitos”, obtidos por “descoberta individual”, vêm “ancorar”. Pretendem que os “pré-conceitos” e as “descobertas” do aluno, ainda que ilógicas e disparatadas, tenham um direito e estatuto que chegam a ser equiparados aos das descobertas científicas. Os chamados “movimento das concepções alternativas” e “movimento das mudanças conceptuais” (em siglas grotescas: MCA e MMC), que se baseiam nessas ideias dos alunos — mesmo que erradas! —, são fruto das doutrinas construtivistas. Ora, não desprezando o contributo que doutrinas como essas deram aos estudos pedagógicos, o construtivismo está hoje em declínio no ensino das ciências. Tratam-se, no fundo, de teorias anti-científicas, o que é claro

quando admitem que cada um pode desenvolver e possuir a sua própria ciência e que essa ciência é tão válida como a de outra pessoa qualquer. De resto, se pelos frutos se vê a qualidade da árvore, é hoje nítido que a contribuição construtivista para as “novas” pedagogias conduziu não só a falsas ideias sobre a ciência mas também à deficiência generalizada de conhecimentos científicos de base. Veja-se, por exemplo, em “Connected Knowledge”, do físico Alan Cromer (Oxford University Press, 1997), um relato do falhanço de professores doutrinados no construtivismo a ensinar a lei de Arquimedes. Ninguém nasce ensinado, nem ninguém se ensina a si próprio, fazendo repetidas experiências e avançando hipóteses tontas.

Quanto ao social-construtivismo e à ecologia conceptual devem ser tentativas em curso de escapar ao desaire construtivista. A palavra “ecologia”, retirada do filósofo francês Toulmin, pode não ser neste contexto a mais clara, mas é obviamente uma palavra da moda.

Posto isto, só é de louvar que Alberto Silva, ainda que de forma tímida, ensaie em “Didáctica da Física” uma certa crítica ao construtivismo em geral e, muito em particular, ao MCA/MMC. Escreve: “A dada altura este ficou ferido na sua razoabilidade”. Conhecedor dos discursos pós-modernos, tão em voga nalguns círculos intelectuais (alguns anti-científicos), Silva critica a designação “pós-moderno”. O autor leu muitos autores, e procurou, por vezes e sem ser por culpa sua, com dificuldade, mas sempre e por virtude sua, com lucidez e honestidade, pôr alguma ordem naquilo que leu. Consegue-o de um modo geral. Tem, no entanto, algumas dificuldades em separar nos discursos pós-modernos, onde o construtivismo entronca, o “trigo do joio”, como fizeram

recentemente os físicos Sokal e Bricmont em “Imposturas Intelectuais” (que um livreiro promoveu com o slogan “A obra que irritou Eduardo Prado Coelho”). A “Didáctica da Física” é um livro instrutivo, em particular sintomático dos problemas da didáctica de hoje, não só pelas questões que aborda como também por aquelas que apenas aflora (fica este leitor sem perceber por que é que a questão tão actual dos computadores e do ensino à distância não merecem mais espaço a um autor que tem bons artigos sobre o assunto). Um reparo formal é o facto de não ter encontrado na lista bibliografia final várias das referências.

O livro “Conversas de Física” é ainda mais instrutivo porque apresenta mais exemplos concretos. Expõe casos práticos de “descoberta” da electricidade por professores em formação. São páginas de diálogos socráticos entre professor e alunos, algumas vezes expostos de forma pitoresca e inspiradora (como aquela onde se equipara um circuito interrompido à “variante Vila do Conde - Póvoa” cortada por um pedregulho). Recomenda-se mais a professores, com ideias já assentes, do que a alunos, que estão a assentar as suas ideias e podem aqui ou ali levar à letra as metáforas. A capa é atraente, mostrando um relâmpago que parece mergulhar na cabeça de um estudante. A metáfora visual é sugestiva, mas não é recomendável, quando troveja, estudar Física debaixo de uma árvore...

Carlos Fiolhais

tcarlos@teor.fis.uc.pt

“Didáctica da Física”

António Alberto Silva

Edições ASA, Porto, 1999.

“Conversas de Física. Electricidade”

António Alberto Silva

Edições ASA, Porto, 1999.

Conciliar intuição e rigor

O livro “Introdução à Física” (ler entrevista com um dos autores neste mesmo número, na secção “Física em Portugal”) aparece, nesta segunda edição, revisto e aumentado. No entanto, e segundo os autores, a ideia que esteve por detrás do livro mantém-se: conciliar a intuição com o rigor.

Sendo intenção dos autores “transmitir física sem obsessões pelas receitas práticas e pelas utilidades efémeras”, aproveitaram ao máximo o contacto directo com o mundo. As matérias são analisadas num estilo muito próprio e exemplificadas com situações reais e questões do quotidiano, exercícios resolvidos e caixas expondo situações, técnicas e teorias. No final de cada capítulo apresenta-se o resumo da matéria, a lista de equações principais e um conjunto de problemas propostos com a respectiva solução.

A obra é completada por uma página Web onde se encontram simulações, problemas e exames resolvidos, etc., cuja consulta se recomenda. Ver <http://www.mcgraw-hill.pt>.

C.F.

“Introdução à Física”, 2ª edição

Jorge Dias de Deus, Mário Pimenta,

Ana Noronha, Teresa Pena e

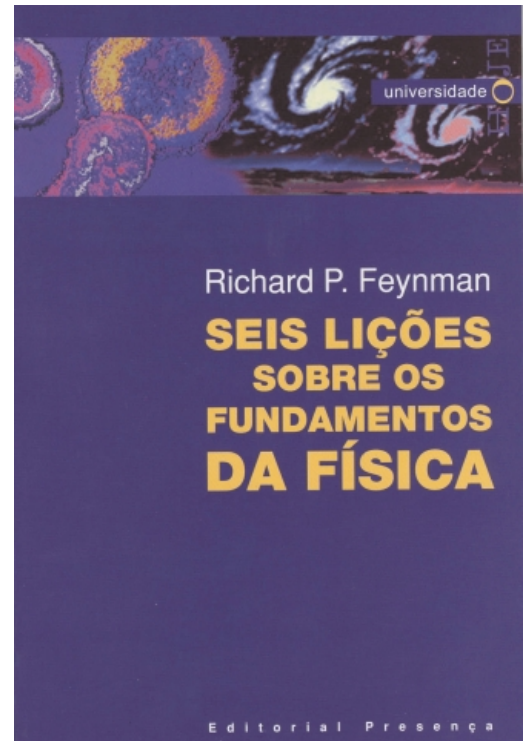
Pedro Broqueira

McGraw-Hill, Lisboa, 2000



Feynman adulterado

Há alguns anos, o actual ministro (que então não o era) Mariano Gago sugeria num inquérito ao “Expresso” que se traduzisse em português a obra maior



de Feynman, “The Feynman Lectures on Physics”. A Presença traduziu agora alguns dos capítulos do primeiro volume, uma colectânea intitulada em inglês “Six Easy Pieces”. Infelizmente, a tradução é má. Perdeu-se a fluidez da magnífica oralidade de Feynman. Não houve, de resto, uma revisão científica séria. Por exemplo, não houve o cotejo com “O Que é uma Lei Física”, que aborda os mesmos assuntos, quase da mesma maneira. Ficamos, por exemplo, a saber que a luz é espalhada em “quantitativos” chamados fotões... e que “não medimos a dimensão dos fotões, mas apenas a proporção à qual eles são emitidos” (“rate” é proporção...). Pobre Feynman! Fica-nos a consolação de termos mais um título, este com um prefácio de Paul Davies, a somar à rica bibliografia de Feynman em português (quem não conheça essa bibliografia veja o catálogo da Gradiva em <http://www.gradiva.pt>).

C. F.

“Seis Lições sobre os Fundamentos da Física”

Richard P. Feynman,

Editorial Presença, Lisboa, 2000.

Os mistérios da Economia

Num artigo do “Independente” o economista João Ferreira do Amaral lamentava-se de a Economia não ter ainda alcançado o estatuto científico da Física (segundo ele a Economia nem sequer é uma ciência). No entanto, são várias as relações entre a Física e a Economia. Basta referir o caso do físico Koopman, autor de um famoso teorema sobre o último nível ocupado de Hartree-Fock, que mudou de carreira e acabou por obter o Prémio Nobel da Economia. Ou do “papa da Economia” Keynes, que se interessou pela obra de Newton, tendo revelado a sua faceta alquímica. Ou ainda o desenvolvimento recente da Econofísica, que inclui, entre outros, o uso de técnicas da física estatística e da geometria fractal para analisar índices económicos.

Francisco Louçã, professor de Economia no Instituto Superior de Economia e Gestão, é talvez mais conhecido entre o público como deputado. Baseado em algumas ideias da sua tese de doutoramento (que está publicada no Reino Unido e nos Estados Unidos), o livro “Coisas da Mecânica Misteriosa” corresponde à sua lição de agregação. É um estudo sobre o pêndulo como metáfora e ferramenta em economia, desde o pêndulo regular de Newton e Huygens até ao pêndulo anarmónico, amortecido e forçado, que constitui



um exemplo de caos. O livro, bem escrito e documentado, não evita a matemática. Tem passagens deliciosas, como a história da entrada do pêndulo na vida do matemático Poisson: “Quando era muito pequeno, a sua ama, tendo tido que sair por uns instantes, decidiu deixá-lo pendurado pelas fraldas num prego da parede. Apanhada nessa inconveniência, alegou que se tratava de evitar que a criança ficasse exposta ao pó e às sujidades do chão; mais condescendente do que os seus pais, que acharam nisto motivo de despedimento, Poisson comentou à distância do tempo que tinha beneficiado da aventura, dado que esta tinha sido a sua primeira experiência profissional com um pêndulo”.

“Coisas da Mecânica Misteriosa. A Dinâmica dos Osciladores na Economia”

Francisco Louçã,
Edições Afrontamento, Porto, 2000.

Tempestades num copo de água

O que é uma tempestade magnética? Se o leitor não sabe, não é razão para se suicidar. Mas haverá alguma relação entre o campo magnético terrestre, quando é perturbado por erupções solares, e a taxa de suicídios? Bem, Isabel Ramos, na sua tese de mestrado em Psicologia Clínica do Desenvolvimento na Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, estudou esta hipótese. O livro saiu agora na Quarteto, nova editora de Coimbra. Tem prefácio de Carlos Amaral Dias. A resposta é, até ver, negativa. O estudo concluiu pela ausência de correlação. Uma palavra de cautela metodológica é oportuna não apenas aqui mas, em geral, para os praticantes de Biometeorologia, a disciplina que estuda a influência das condições atmosféricas na saúde humana. Uma correlação não significa necessariamente uma relação de causa-efeito. Carl Sagan, em “O Mundo Infestado de Demónios”, dá-nos o sugestivo exemplo da correlação verificada entre homossexualidade e instrução superior, mas

advertir: não se pode concluir que a “instrução torne as pessoas homossexuais”.

C. F.

“Suicídios e Tempestades Magnéticas – Que relação?”

Susana Isabel Ramos,
Quarteto, Coimbra, 2000.



Obras editadas

Damos a seguir conta de mais algumas obras de Física, e ciência e educação editadas recentemente entre nós. Agradecemos o envio pelos editores.

- “Aprendizagem pela Acção”, 2 vols, Robert Germinet, Instituto Piaget, 1999 (prefácio e posfácio de Georges Charpak e Leon Lederman).
- “Avaliando para Melhorar a Aprendizagem”, Jorge Valadares e Margarida Graça, Plátano, 1998.
- “Campos e Ondas Electromagnéticas”, Paul Lorrain, Dale Corson e François Lorrain, Fundação Gulbenkian, 2000.
- “História Aparentemente Simples da Ciência e das Invenções”, John Farman, Replicação, 1999.
- “O Futuro Tecnológico”, Manuel Mira Godinho e João Caraça (orgs.), Celta, 1999.
- “Princípios de Electrónica”, volume 1, Albert Malvino, McGraw-Hill, 2000.
- “Viagens no Futuro”, Nicolas Prantzou, Instituto Piaget, 1999.

Os físicos e os museus de ciência



*Paulo Renato Trincão**

Embora não possua dados estatísticos nem, na verdade, reconheça que eles sejam fundamentais, julgo existir uma ligação muito estreita entre as questões da divulgação científica, em particular através dos museus de ciência, e uma boa formação em Física. Na realidade que conheço, no tempo e no espaço em que vivo, esta relação parece existir, determinando em grande parte a museologia de ciência que se vai desenvolvendo em Portugal e no mundo.

Por que são os físicos tão sensíveis àquelas questões?

Julgo haver para tal três componentes essenciais:

- O elevado nível intelectual e cultural de alguns físicos, com o seu consequente ecletismo;
- A natureza da Física como ciência primordial da matéria e energia;
- A facilidade e espectacularidade de algumas demonstrações experimentais de Física.

A história é fértil em exemplos de físicos que nos séculos XVII e XVIII questionaram os modelos aceites para a interpretação do universo tendo até, por esse facto, sido perseguidos. Esses cientistas tiveram, em geral, a preocupação de chegar ao público.

Várias questões se podem levantar: Terá havido na forma de organizar o raciocínio, na ordenação dos conceitos, nas ferramentas utilizadas, algo que predispuesse os físicos para apresentarem à sociedade as suas descobertas de uma forma semelhante ao que chamamos hoje divulgação científica? Ou seria antes o domínio de forças desconhecidas até então que os tornou para o público personagens quase mágicas, rodeadas de uma aura de encanto e, por vezes, temor? Por que se fabricaram um tão grande número de objectos, com a beleza de peças artísticas, para explicar conceitos científicos?

Concentremo-nos na questão dos instrumentos. As razões que justificam a qualidade dos artefactos usados no ensino universitário da época e nas sessões organizadas para diversão das cortes mais importantes da Europa são facilmente explicadas pela importância do público destinatário, possuidor de estatuto social e de capacidade financeira. Por outro lado, a separação entre arte e ciência não era nessa época tão marcada como hoje é, sendo os construtores de algumas peças verdadeiros artistas que lhes conferiam detalhes próprios de ourives.

O domínio das ciências com capacidade de produzirem espectáculo era quase exclusivo da Física e da Química. As demonstrações matemáticas, as observações biológicas ou geológicas, pela sua própria natureza, não eram passíveis de poderem ser evidenciadas de uma forma tão expedita. Com o desenvolvimento espantoso de muitos conceitos que, durante dezenas de anos, tinham sido apresentados como um misto de diversão e ciência e com as aplicações práticas, verificou-se que, mais do que encantar as assistências universitárias ou da corte, era necessário ensinar um grande número de pessoas sem formação académica a utilizar as máquinas que a investigação científica tinha gerado.

Esta necessidade, que já vinha sendo sentida há algum tempo, justificou em 1794 a criação do “Museu do Conservatório Nacional de Artes e dos Ofícios”, em Paris, que se considerava ser “... um depósito de máquinas, ferramentas, modelos, desenhos, descrições, livros de todos os géneros de artes e ofícios; o original dos instrumentos e das máquinas inventadas ou aperfeiçoadas será depositado no conservatório”. Esta estrutura museológica não constituía um complemento à escola. Era a própria escola! Rapidamente este tipo de instituições se tornaram grandes depósitos de peças e equipamentos científicos guardados de uma forma algo desarticulada. Com a Revolução Industrial começam a ser evidentes para todos as implicações sociais e económicas da ciência e da tecnologia. As descobertas dos físicos saltaram dos laboratórios, deixaram de ser atracções de corte, começando as suas aplicações tecnológicas a mudar a organização social e económica, como estava já bem claro em finais do século XIX.

A afirmação dos países começou também a passar pela demonstração pública do seu potencial científico e tecnológico, como mostrou a “Exposição Universal de Londres” de 1851. O sucesso deste tipo de exposições evidenciou a possibilidade de acrescentar às ofertas museológicas convencionais dos países mais desenvolvidos (baseados nas artes) mostras permanentes dos avanços científicos e tecnológicos. Surgem, assim e de seguida, os Museus de Ciência e da Técnica em Londres, Paris e Munique. A noção histórica, intimamente associada ao conceito de museu, obrigou a recuperar alguns dos instrumentos científicos usados nos séculos anteriores.

Começaram então a surgir problemas relacionados com competências profissionais. Tratar de uma forma museológica e museográfica espólios de qualquer origem necessita de um conhecimento mínimo sobre a natureza dos objectos.

Um quadro ou uma estátua, independentemente da sua qualidade, são objectos facilmente identificáveis, o que nem sempre acontece com os espólios científicos e tecnológicos. Os novos Museus de Ciência e da Técnica criaram, assim, a necessidade de novos profissionais apetrechados não só com formação científica mas também museológica. Esta questão foi, e continua a ser, de difícil resolução, porque os acervos das áreas artísticas têm um reconhecimento público muito superior, constituindo, por isso, a base da formação fornecida aos futuros profissionais em museologia. Até há pouco tempo, em Portugal, o resultado foi a estagnação e a degradação dos Museus de Ciência e da Técnica e dos Museus de Ciências Naturais por falta de definição estrutural do Estado em geral, e das universidades em particular. Em Portugal, neste século, a formação necessária para o desempenho de funções em museus tem sido quase sempre alcançada individualmente ao longo de uma vida de trabalho em investigação científica, sendo a “consciência museológica” resultado de uma cultura geral profunda e de um sentido forte de cidadania. Penso que haverá uma consciência do valor dos objectos, quase atávica, fruto da riquíssima história da Física.

A realidade mostra-nos, de facto, um número considerável de físicos empenhados directa ou indirectamente nestas actividades de divulgação e museológicas, quando comparados com profissionais de outras áreas da ciência. Vários responsáveis políticos estatais da ciência e tecnologia na última década, os directores dos Museus de Ciência desde que estes existem e alguns dos nossos melhores divulgadores de ciência são efectivamente físicos.

Mas os físicos estão cada vez menos sozinhos...

* Geólogo e Director do Instituto de História da Ciência/ Museu Nacional da Ciência e da Técnica, em Coimbra

Saída da NuPECC?

Nos dias 24 e 25 de Março realizou-se em Lisboa uma reunião do NuPECC (Nuclear Physics European Collaboration Committee), que é um “Associated Committee” da European Science Foundation e do qual Portugal faz parte desde 1992. A revista “Nuclear Physics News International” é uma produção da NuPECC distribuída gratuitamente pela comunidade de físicos nucleares na Europa, nas Américas e no Japão. Por indicação de sucessivos Secretários de Estado e do Ministro da Ciência e Tecnologia, tenho representado Portugal nessas reuniões, que habitualmente se realizam três vezes por ano em diferentes países europeus. É chegada, porém, a altura de ser substituído nesta tarefa. É uma tarefa não penosa mas pouco útil, num país onde os físicos nucleares não se conseguem reunir para definir uma estratégia científica para a sua área, apesar de me ter esforçado nesse sentido junto do Observatório para a Ciência e Tecnologia, como

alguns sabem. Chegou a ser anunciado um painel para a Física Nuclear, quando das reuniões para preparar o “Livro Branco”, mas foi cancelado e substituído por uma reunião de notáveis no gabinete do Ministro da Ciência e Tecnologia. Dessa reunião nada resultou, como aliás se esperava.

Por outro lado, acabamos de aderir ao ECT* (European Center for Theoretical Nuclear Physics and Related Areas) localizado em Trento, Itália, pagando cerca de 3000 contos por ano, sem que a nossa comunidade, que eu saiba, se tenha pronunciado. Não discordo do resultado final, mas espanta-me que se pague uma quota de 3000 contos por ano sem perguntar aos interessados se tal lhes parece uma boa ideia. A quota destina-se apenas a pagar o funcionamento do Centro em parceria com outros países europeus e não dá aos cientistas portugueses qualquer privilégio que outros não possam igualmente ter (os americanos não pagam e são os segundos ou terceiros utilizadores do ECT*).

Penso que o representante português na NuPECC teve a utilidade de nos colocar no “mapa” e de permitir que alguns colegas pudessem participar em realizações da NuPECC, que de outra forma não teriam sido conhecidas. No entanto, poderíamos aproveitar muito mais se as Agências Financiadoras estivessem empenhadas em financiar uma estratégia para a Física Nuclear ou nós próprios pudéssemos desenvolver uma tal estratégia de forma concertada. Penso que seria útil que os físicos nucleares portugueses se reunissem num encontro próximo mas, a fim de conhecer a sensibilidade geral sobre este assunto, agradecia que me enviassem um “e-mail” curto, dizendo se devemos continuar ou não na NuPECC. A ausência de resposta significará para mim que o interesse da comunidade é nulo e, conseqüentemente, serão fáceis de tirar as necessárias conclusões sobre a utilidade da nossa presença naquele organismo.

No fim destes oito anos, tenho a noção de que beneficiei do ponto de vista de aprendizagem pessoal, de que dei algumas oportunidades a colegas de participar em actividades não comuns entre nós e que contribuí para uma maior divulgação da Física Nuclear europeia no nosso país, mas o balanço é fraco. Resta-me a consolação do baixo custo desta representação: conseqüentemente, não empobreci o país. Apenas não consegui passar a mensagem aos colegas e às instituições de que o desenvolvimento da nossa ciência se faz mais rapidamente e com melhores resultados se os potenciais interessados discutirem abertamente a estratégia de desenvolvimento de forma a preencher lacunas e a complementar esforços.

Lisboa, Março de 2000

António Fonseca
Complexo Interdisciplinar
da Universidade de Lisboa,
CFNUL

fonseca@cfnul3a.cii.fc.ul.pt

