



Gazeta de Física Vol. 22 (1999) Fasc. 4

Director Carlos Fiolhais
Editor Carlos Pessoa

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

Colaboraram ainda neste número Ana Arriaga,
Ana Sofia Afonso, Ary L. Golberger, Augusto Barroso,
Bruno Silva, Francisco Miguel Gonçalves, H. Eugene
Stanley, Hugo Natal da Luz, Humberto S. Brandi,
José António Paixão, Laurinda Leite, Luís Nunes
Amaral, Manuel Fiolhais, Margarida Telo da Gama,
Orfeu Bertolami, Plamen Ch. Ivano, Rui Medeiros
Silva, Shlomo Havlin

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 €.
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 actividade da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investem 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 fechar o ano

Termina o ano de 1999 e a "Gazeta" continua. E assim, leitor, tem nas mãos mais um número com uma mão cheia de temas, artigos, entrevistas e outros materiais de muito interesse.

Ao virar esta página, "entra" de imediato nos artigos, incidindo sobre dois assuntos muito diversos – a multifractalidade do ritmo cardíaco, por um lado, o modo como a área curricular do som e da audição é vista pelos professores, por outro. Manuel Paiva é um nome que pouco dirá à maioria dos cidadãos. Físico de formação, vive e trabalha há mais de 30 anos na Bélgica. Não está de regresso, mas interessou-se pelo que cá se passa e, dessa curiosidade, nasceu um livro, já referenciado nas páginas da "Gazeta" (ver fasc. 3, 1999). Entrevistámo-lo e o leitor dará por bem empregue o seu tempo com o resultado dessa conversa viva e animada, por onde passam opiniões desassombradas.

Por uma vez, falamos mais em pormenor sobre nós, ou seja, sobre os 25 anos da Sociedade Portuguesa de Física. É um aniversário especial, que justifica plenamente este assomo de " vaidade".

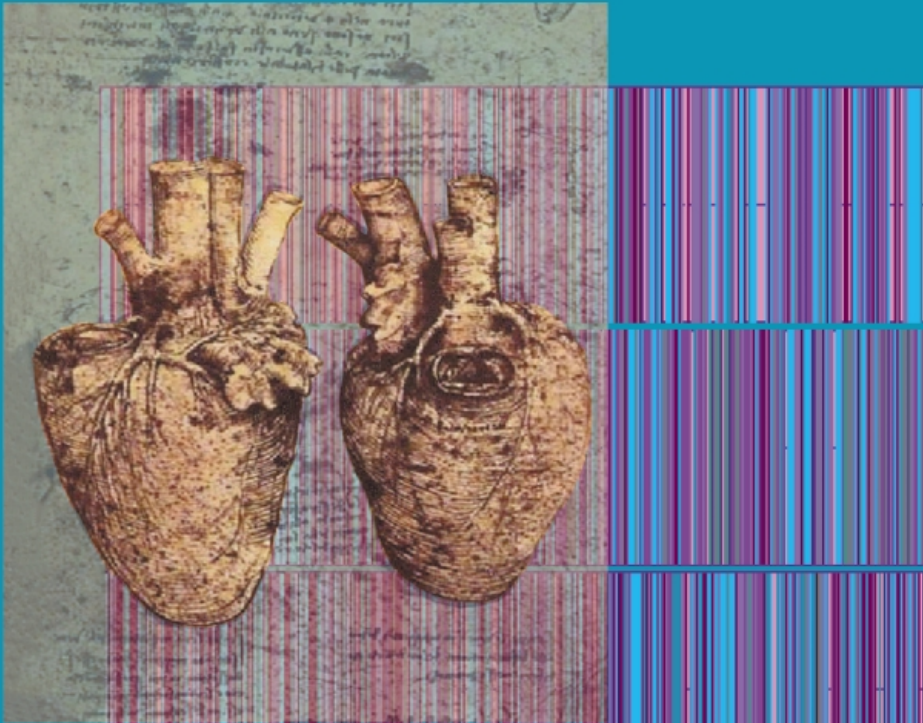
Do interesse das secções habituais não vale a pena dizer muito. Só chamamos a atenção para a colaboração de estudantes e, muito em particular, para a do presidente da Sociedade Brasileira de Física. Mas já não é demais insistir que a participação dos leitores é vital para manter a dinâmica de uma publicação. Algumas mensagens com contribuições, correcções, sugestões já nos têm chegado. Por carta, fax ou correio electrónico (gazeta@teor.fis.uc.pt), esperamos mais críticas, opiniões, colaborações. Voltamos no ano 2000, o último deste século...

Até lá, boa leitura.

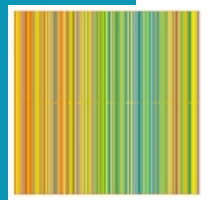
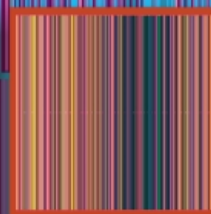
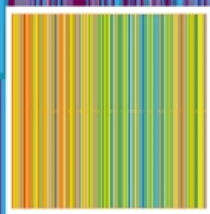
índice

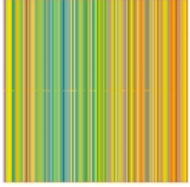
artigos	
Multifractalidade do ritmo cardíaco <i>Luís Nunes Amaral e outros</i>	4
O som e a audição: uma área que faz "vibrar" os professores? <i>Ana Sofia Afonso e Laurinda Leite</i>	10
entrevista	
"As mentalidades que me levaram a partir são as mesmas de hoje" Entrevista com Manuel Paiva <i>Carlos Pessoa e Carlos Fiolhais</i>	17
notícias	
Física em Portugal	20
Física no Mundo	27
Sociedade Portuguesa de Física	33
Olimpíadas de Física	35
livros e multimédia	37
opinião	41
cartas dos leitores	42

Multifractalidade do Ritmo Cardíaco



*Luís A. Nunes Amaral¹
Plamen Ch. Ivanov²
Shlomo Havlin³
Ary L. Goldberger⁴
H. Eugene Stanley⁵*





Estudos recentes de sinais fisiológicos sugerem a existência de uma estrutura fractal nestes sinais. Investigámos as propriedades fractais do ritmo cardíaco de indivíduos sem doenças cardiovasculares e concluímos que são necessários inúmeros expoentes para caracterizar essas propriedades. Este resultado indica, surpreendentemente, que o ritmo cardíaco não é meramente monofractal mas é, de facto, multifractal. Investigámos também a alteração da multifractalidade do ritmo cardíaco para pacientes com cardiopatia isquémica – uma grave doença cardiovascular – e utilizámos essas diferenças para separar sequências de intervalos entre batimentos do coração de indivíduos pertencentes a cada um dos dois grupos, saudável ou com doenças cardiovasculares.

O interesse dos físicos por questões biológicas ou médicas é já de longa data. Também de longa data são as interacções entre físicos e médicos ou biólogos. Talvez o exemplo mais célebre seja a colaboração de Francis Crick (que começou como físico) com James Watson [1] que, num curto período de tempo, levou à descoberta da estrutura de dupla hélice do ADN.

Muitas das contribuições da Física para a Medicina e a Biologia têm sido na área da instrumentação ou na solução de questões de ordem mecânica ou electromagnética em processos biológicos. Mais recente é a aplicação de conceitos desenvolvidos na área da Física Estatística a questões biológicas. Surpreendentemente, várias destas aplicações têm vindo a questionar

paradigmas vigentes em Biologia e Medicina. Em particular, o conceito de homeostase – que constitui uma referência fundamental em Medicina, e expressa a convicção de que os organismos vivos funcionam em equilíbrios estáveis onde qualquer flutuação é rapidamente suprimida – tem vindo a ser posto em causa por novas descobertas.

Para alguém que tenha estudado Física não será surpresa que os processos biológicos decorram fora de equilíbrio. Essa é afinal uma consequência das leis da Termodinâmica. Mais surpreendente é que certos sinais fisiológicos, como o ritmo cardíaco, não sejam o mero “tic-tac” dum metrónomo, mas possuam características em comum com os “ruídos” num circuito eléctrico ou numa linha telefónica.

Esta observação será talvez surpreendente para muitos físicos. Afinal todos recordamos o modo como Galileu terá descoberto a independência do período da amplitude de oscilação do pêndulo: Galileu terá calculado o período dos candelabros da catedral de Pisa contando os batimentos do seu coração. Relendo a história, não podemos deixar de ficar impressionados com a calma de Galileu, a quem a excitação da descoberta não alterou o ritmo cardíaco...



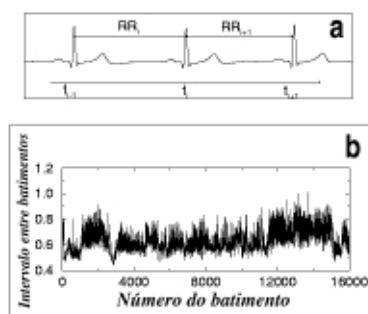


FIGURA 1: Variabilidade do ritmo cardíaco

a) Representação esquemática de um electrocardiograma. Os diversos picos e vales do sinal têm nomes característicos. Por exemplo, nos Estados Unidos, os picos com maior amplitude são designados por "R". A nossa análise baseia-se na hipótese de que os batimentos normais são todos equivalentes e que a única informação relevante é o intervalo de tempo entre batimentos. Por essa razão, medimos o intervalo entre os picos R de dois batimentos sucessivos.

b) Sequência temporal de intervalos entre batimentos. A sequência apresentada neste gráfico é de um indivíduo sem doenças cardiovasculares e tem a duração de 16 000 batimentos, ou seja, aproximadamente 3 h. Os pormenores a ter em atenção nesta figura são os seguintes: (i) a grande variabilidade do intervalo entre batimentos (neste caso variam entre 0,45 s e 1,0 s); (ii) a não-estacionaridade da média e variância locais (na região em torno do batimento 1000 tanto a média como a variância são significativamente menores do que na região em torno do batimento 12 000); e (iii) a brusquidão das transições entre regiões aproximadamente estacionárias. Estes três aspectos demonstram a complexidade e não-estacionaridade do ritmo cardíaco.

De facto, o intervalo entre batimentos do coração de um mesmo indivíduo em estado de saúde normal, pode variar de forma bastante significativa. Por exemplo, valores entre os 0,4 s e os 1,6 s são perfeitamente normais (ver Fig. 1). Além disso, as séries são claramente não-estacionárias [2]; tanto o valor médio como a variância dos intervalos entre batimentos variam durante o dia de forma não periódica. Séries temporais de longa duração revelam também que a variabilidade do ritmo cardíaco é extremamente complexa.

Esta observação foi quantificada recentemente. Em meados da década de 80, Kobayashi e Musha (na altura estavam no Instituto de Tecnologia de Tóquio) detectaram um decaimento em lei de potência do espectro de frequências: $S(f) = f^{-\beta}$ onde o expoente $\beta=1$ caracteriza o decaimento. Este resultado, que foi mais tarde estabelecido de forma mais rigorosa por membros do nosso grupo, indica que não existe nenhuma frequência privilegiada ou dominante. Logo, todas as frequências ou escalas temporais estão presentes no sinal. Por outras

palavras, o ritmo cardíaco de indivíduos sem doenças do sistema cardiovascular é fractal [3].

A descoberta da fractalidade do ritmo cardíaco originou grande interesse no estudo das propriedades das flutuações em sinais fisiológicos e do que, até então, tinha sido considerado mero ruído sem interesse. Uma história reveladora do desinteresse até então da comunidade médica pelo estudo das flutuações do ritmo cardíaco refere-se ao importante estudo epidemiológico de Framingham, que detectou muitas das correlações hoje aceites entre alimentação e doenças cardiovasculares [4]. Os autores deste estudo gravaram os electrocardiogramas de um grande número de pessoas mas, em vez de guardar os sinais para posterior análise, limitaram-se a registar os valores da média e variância, tendo destruído os sinais para poupar espaço de arquivo.

Recentemente, os investigadores nesta área têm analisado séries temporais de intervalos entre batimentos com o duplo objectivo de decifrar os mecanismos do controlo, pelo sistema nervoso central, do ritmo cardíaco e de desenvolver técnicas numéricas de diagnóstico e prognóstico de doenças cardiovasculares. Muitas das técnicas até agora utilizadas foram desenvolvidas no contexto da Física Estatística e da análise de sinais com ruído. O trabalho mais recente no nosso laboratório tem aplicado técnicas oriundas do estudo de objectos fractais e de fenómenos críticos para abordar as duas facetas deste problema: o desenvolvimento de técnicas de diagnóstico e a investigação da influência do sistema nervoso central no ritmo cardíaco.

Nesta linha, o nosso recente artigo na "Nature" [5] aborda as limitações da descrição fractal do ritmo cardíaco. Mais concretamente, a hipótese de que o ritmo cardíaco é monofractal significa que um único expoente - por exemplo, o expoente β que caracteriza a lei de potência do espectro de frequências - é suficiente para descrever as propriedades fractais do sinal. Isto é, as propriedades fractais do sinal não têm dependências temporais. Como a Fig. 1 torna claro, esta hipótese é no mínimo questionável quando consideramos a não-estacionaridade do ritmo cardíaco.

Para testar a estacionaridade das propriedades fractais do ritmo cardíaco, analisámos sequências de 6 horas para 18 indivíduos sem doenças cardiovasculares. O objectivo é determinar o grau de variabilidade das propriedades fractais "locais" para cada um dos indivíduos na nossa base de dados e comparar essa variabilidade com a observada para sinais monofractais com o mesmo número de pontos. Para esse fim, utilizámos o formalismo multifractal.

O formalismo multifractal e respectivas técnicas de implementação atingiram a maioria há várias décadas para o caso de objectos ou estruturas. Em contraste, para o caso de sinais, só recentemente foram desenvolvidas e aplicadas técnicas apropriadas (ver trabalhos do grupo de Alain Arneodo, na Universidade de Bordéus [6]).

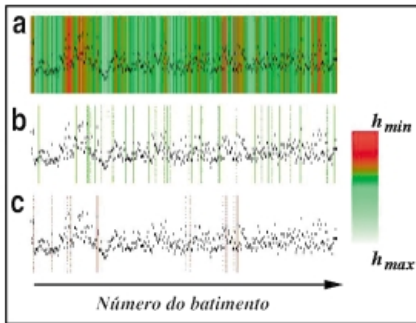


FIGURA 2: Multifractalidade do ritmo cardíaco

a) Representação gráfica do valor local dos expoentes $h(i)$ ao longo da sequência para o sinal apresentado na Fig. 1b. A variabilidade do valor local do expoente local de Hurst é aparente. Para melhor caracterizar as propriedades desta variabilidade, apresentamos em b e c as regiões do sinal com valores específicos de h representados pelas cores verde e vermelho, respectivamente. Estas regiões evocam imagens de poeiras fractais, o que sugere que a melhor forma de as caracterizar é através da sua dimensão fractal $D(h)$.

A motivação do formalismo multifractal para sinais é a determinação das propriedades fractais locais do sinal (ver Fig. 2). Em princípio, poderíamos dividir o sinal a analisar em diferentes segmentos $i=1, \dots, N$. Para cada segmento i determinaríamos então, por exemplo, o valor do expoente β . Na prática, o método tem que ser bastante mais complexo. Basta ver que, para determinar β com o mínimo de precisão, necessitamos de um segmento bastante longo, mas se o segmento for longo não estamos a determinar o valor “local” do expoente β mas sim a sua média numa certa região.

Após obtermos os valores locais $\beta(i)$ temos que quantificar a sua variação temporal. Várias possibilidades poderiam ser consideradas, por exemplo a variância em torno do valor médio $\beta_{ave} = \frac{1}{N} \sum \beta(i)$. Na prática, a quantidade que nos proporciona maior informação acerca do sistema é a dimensão fractal do conjunto dos segmentos com um dado valor β_0 do expoente $\beta(i)$. Para entender o que isto significa consideremos a Fig. 2. Nesta figura, mostramos resultados não para o valor do expoente $\beta(i)$ mas para o de um outro expoente $h(i)$, dito expoente local de Hurst em analogia com o expoente introduzido por Hurst [7] no estudo das flutuações do caudal do Nilo (ver descrição por Mandelbrot desta descoberta [8]).

Na Fig. 2a mostramos $h(i)$ para o ritmo cardíaco de um dos indivíduos na nossa base de dados. É evidente que $h(i)$ tem uma forte dependência temporal. Para entender melhor a estrutura fractal do sinal, o passo seguinte é considerar as regiões com um dado valor h_0 de $h(i)$. As Figs. 2b-c mostram o resultado de seleccionar apenas segmentos com um valor específico de $h(i)$, neste caso, correspondendo aos valores de h codificados com as cores vermelho e verde. Para os leitores familiarizados com o trabalho de Mandelbrot [8], as figuras talvez evoquem as representações de “poeiras” fractais, de que o conjunto de Cantor é um exemplo. Em vista desta similaridade, o passo seguinte deve ser óbvio [9]: calcular a dimensão fractal das “poeiras” correspondentes a cada um dos valores de h !

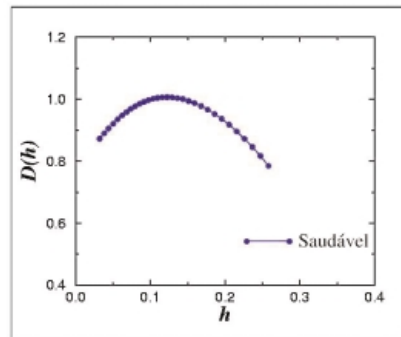


FIGURA 3: Multifractalidade de indivíduos saudáveis

Dimensões fractais dos segmentos com um dado valor do expoente local de Hurst. A curva apresentada é a média sobre todos os 18 indivíduos sem doenças cardiovasculares. Para poder comparar este resultado com o que seria obtido para um monofractal, note que um sinal monofractal determinístico e com um número infinito de pontos teria $D(h=H)=1$ e seria igual a zero para todos os outros valores de h . Para um monofractal estocástico e/ou com número finito de pontos, $D(h)$ seria diferente de zero para uma estreita gama de valores de h centrada em H . No caso do ritmo cardíaco de indivíduos sem doenças cardiovasculares a curva $D(h)$ toma valores não nulos num intervalo com comprimento 0,25 – significativamente maior do que o comprimento do intervalo para um monofractal estocástico com o mesmo número de pontos (cerca de 0,05).

A Fig. 3 mostra o resultado dos cálculos indicados. Três aspectos da curva $D(h)$ são dignos de nota. O primeiro é que, em contraste com o caso de um sinal monofractal a que corresponderia uma função $D(h)$ com um só ponto em $D(h=H)=1$, a curva obtida toma valores não nulos num intervalo bastante amplo, indicando que uma gama significativa de valores de h está presente no ritmo cardíaco. O segundo é que os valores de h com valores da dimensão fractal mais elevados estão centrados em volta de 0,1, o que é consistente com o valor medido antes por

investigadores que supuseram a monofractalidade do ritmo cardíaco. O terceiro é que todos os valores de h detectados são inferiores a $1/2$, indicando anti-correlações. Isto é, intervalos entre batimentos do coração que estão de momento a tornar-se mais longos prenunciam um decréscimo futuro destes intervalos.

A Fig. 3 mostra que o ritmo cardíaco de indivíduos sem doenças cardiovasculares é um sinal multifractal. Podemos então colocar a questão das implicações deste facto. Um aspecto importante é a complexidade do controlo, pelo sistema nervoso central, dos batimentos do coração. O facto de o ritmo cardíaco ser fractal por si só implica que nenhuma escala temporal é favorecida ou “especial”. A multifractalidade do ritmo cardíaco diz-nos que não só nenhuma escala temporal é favorecida, mas também que existe mais do que uma forma de organização das escalas temporais acessíveis ao sistema nervoso central para controlo do ritmo cardíaco. Parece-nos evidente que este grau de flexibilidade tem de conferir grandes vantagens evolutivas. Consideremos três situações distintas:

- (i) ter de correr para atravessar a estrada devido à aproximação de um carro,
- (ii) ter de iniciar uma corrida de 100 metros,
- (iii) ter de iniciar uma corrida de 800 metros.

Em todos os três casos, o sistema nervoso central tem de ser capaz de fazer uma mudança brusca do ritmo cardíaco, mas em cada um dos três casos são bastante diferentes (i) o grau de surpresa em relação à necessidade de acelerar o ritmo cardíaco, (ii) a expectativa da duração do esforço, e (iii) a taxa de aceleração do ritmo cardíaco. No entanto, o sistema nervoso central tem que “saber” adaptar-se a cada uma dessas situações.

Outra implicação dos nossos resultados é que a identificação da saúde com um estado de equilíbrio parece bastante desajustada. De facto, a saúde deverá ser identificada com um estado fora do equilíbrio mas em que os sistemas de controlo são capazes de responder de forma eficaz aos constantes estímulos do meio ambiente. Este resultado sugere ainda que a “doença” pode ser vista como uma perda de complexidade dos sistemas de controlo e a incapacidade de responder de forma adequada (e flexível) a estímulos.

Para testar esta possibilidade, colocámos a questão do efeito na multifractalidade do ritmo cardíaco de doenças cardiovasculares. A fim de responder a esta questão, o nosso grupo analisou sequências de 6 horas para 12 indivíduos com cardiopatia isquémica (CPI). Este conjunto de doenças – que tem uma elevada taxa de mortalidade – engloba os casos da angina do peito e do enfarte do miocárdio, entre outros.

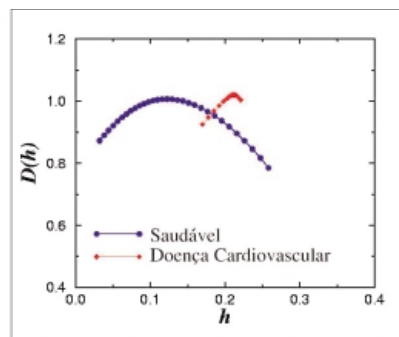


FIGURA 4: Monofractalidade de indivíduos com cardiopatia isquémica (CPI)

Dimensões fractais dos segmentos com um dado valor do expoente local de Hurst. Repetimos a curva da Fig. 3 e apresentamos uma nova curva que é a média sobre todos os 12 indivíduos com CPI. Neste caso, a curva para o grupo com doenças cardiovasculares não pode ser distinguida da curva para um monofractal estocástico com o mesmo número de pontos indicando a perda de multifractalidade do ritmo cardíaco com a CPI.

Na Fig. 4 comparamos as curvas de $D(h)$ para os indivíduos sem doenças cardiovasculares e para os doentes com CPI. Três aspectos desta figura são dignos de nota. O primeiro é que as duas curvas tomam valores não nulos em intervalos distintos. Para o caso dos doentes com CPI só uma pequena região de valores de h tem dimensões fractais significativas. De facto, se comparássemos $D(h)$ para os doentes que sofrem de CPI com o resultado obtido para um sinal monofractal, verificaríamos que ambas tomariam valores não nulos numa mesma região. Este facto sugere que a CPI conduz a uma perda da multifractalidade do ritmo cardíaco. O segundo aspecto é o facto de o “centro de massa” das curvas para os dois grupos de indivíduos ser distinto, num caso 0,1 e no outro 0,25. Isto indica que o ritmo cardíaco de indivíduos sem doenças cardiovasculares é mais anti-correlacionado que para os indivíduos com CPI. Finalmente, o terceiro aspecto é que a diferença entre as curvas $D(h)$ dos dois grupos sugere que a análise de $D(h)$ pode constituir um método potencial de diagnóstico.

Para investigar de forma mais sistemática o potencial de diagnóstico do método multifractal, calculámos, para cada uma das sequências, os valores de várias quantidades. Na Fig. 5 mostramos uma representação tridimensional de cada sequência. O eixo dos xx refere-se à variância da sequência temporal. O eixo dos yy refere-se ao valor do expoente que caracteriza o terceiro momento das flutuações. Finalmente, o eixo dos zz refere-se ao comprimento do intervalo onde a curva $D(h) \neq 0$. Representamos com esferas vermelhas as sequências de doentes com CPI e com esferas azuis as sequências dos indivíduos sem doenças cardiovasculares.

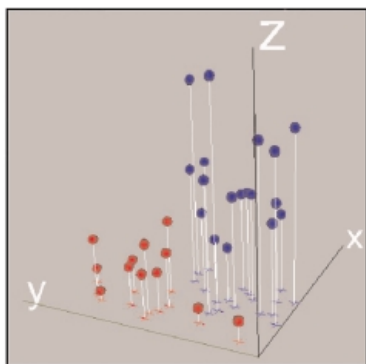


FIGURA 5: O formalismo multifractal e o diagnóstico de doenças cardiovasculares

Representação tridimensional de cada sequência nas nossas bases de dados para indivíduos com CPI e para indivíduos sem doenças cardiovasculares. O eixo dos xx refere-se à variância da sequência temporal. O eixo dos yy refere-se ao valor do expoente que caracteriza o terceiro momento das flutuações. O eixo dos zz refere-se ao comprimento do intervalo onde a curva $D(h)$ toma valores não nulos. Representamos com esferas vermelhas as sequências de doentes com CPI e com esferas azuis as sequências dos indivíduos sem doenças cardiovasculares. A figura mostra que a utilização destes três parâmetros conduz a uma boa separação dos dois grupos. No entanto, é bom notar que, para confirmar a aplicabilidade desta técnica ao diagnóstico ou prognóstico de doenças cardiovasculares, são necessários testes clínicos envolvendo um número muito maior de indivíduos.

A figura demonstra que a utilização destes três parâmetros conduz a uma boa separação dos dois grupos!

Para terminar, relembremos os pontos principais que tentámos transmitir. Em primeiro lugar, os nossos resultados sugerem a possibilidade de desenvolver técnicas automatizadas para avaliação do estado médico de indivíduos com doenças cardiovasculares. Estas técnicas permitiriam importantes poupanças nas medidas preventivas pois os doentes só necessitariam de se deslocar ao hospital caso houvesse agravamento do seu estado. Em segundo lugar, os nossos resultados quantificam a enorme complexidade do controlo pelo sistema nervoso central do ritmo cardíaco. Em contraste com a ideia de equilíbrio e de uma única escala temporal, geralmente associada aos ritmos fisiológicos, mostrámos que existe uma enorme diversidade de escalas temporais e de mecanismos de resposta a estímulos. Ou seja, em vez de se visualizar o ritmo cardíaco como um metrónomo, será mais adequado visualizá-lo como uma enorme orquestra a improvisar sobre uma linha musical.

AGRADECIMENTOS:

Estamos especialmente gratos a A. Bunde, J.M. Hausdorff, J. Mietus, C.-K. Peng, M.G. Rosenblum, e Z. Struzik pelas suas contribuições para o trabalho aqui descrito, e à NSF, à NIH e à FCT/Portugal pelo apoio financeiro concedido.

¹Boston University e Beth Israel Deaconess Medical Center
Dept. of Physics, Boston University, 590 Comm Ave,
Boston, MA 02215, USA,

Email: amaral@buphy.bu.edu

Web: <http://polymer.bu.edu/~amaral/>

²Boston University e Beth Israel Deaconess Medical Center

³Bar-Ilan University

⁴Beth Israel Deaconess Medical Center

⁵Boston University

Referências:

- [1] Watson, J. D. e Crick, F. H. C., "Molecular structure of nucleic acids", *Nature* 171, (1953) 737.
- [2] Kantz, H. e Schreiber, T. "Nonlinear Time Series Analysis" (Cambridge Nonlinear Science Series, 7), Cambridge University Press, Oxford, 1997.
- [3] Kobayashi, M. e Musha, T. "1/f fluctuation of heartbeat period", *IEEE Transactions Biomedical Engineering* 29 (1982) 456; Peng, C.-K., Mietus, J., Hausdorff, J. M., Havlin, S., Stanley, H. E. e Goldberger, A. L., "Long-range anticorrelations and non-Gaussian behavior of the heartbeat", *Physical Review Letters* 70 (1993) 1343; Peng, C.-K., Havlin, S., Stanley, H. E. e Goldberger, A. L., "Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary time series", *Chaos* 5 (1995) 82.
- [4] Wilson, W. F. et al., "Prediction of coronary heart disease using risk factor categories", *Circulation* 97 (1998) 1837; Dayton, S. et al., "A controlled clinical trial of a diet high in unsaturated fat in preventing complications of atherosclerosis", *Circulation* 60 (1969) 11-1.
- [5] Ivanov, P. Ch., Amaral, L. A. N., Goldberger, A. L., Havlin, S., Rosenblum, M. B., Struzik, Z. e Stanley, H. E. "Multifractality in human heartbeat dynamics", *Nature* 399 (1999) 461.
- [6] Muzy, J. F., Bacry, E. e Arneodo, A., "Wavelets and multifractal formalism for singular signals: Application to turbulence data", *Physical Review Letters* 67 (1991) 3515; "The multifractal formalism revisited with wavelets", *International Journal Bifurcation and Chaos* 4 (1994) 245.
- [7] Hurst, H. E., "Long-term storage capacity of reservoirs", *Transactions American Society of Civil Engineering* 116 (1951) 770.
- [8] Mandelbrot, B. B. "The Fractal Geometry of Nature", Freeman, W. H., New York, 1983.
- [9] Feder, J., "Fractals", Plenum, New York, 1988.

Crédito da figura da p.4:

Trabalho artístico de Anna Ludwicka (ArtGraph, Varsóvia) com os painéis de cores calculados por Zbigniew R. Struzik (CWI, Amsterdão). Esta ilustração foi submetida para capa da revista "Nature".

O Som e a Audição

Uma área que faz "vibrar" os professores?



Ana Sofia Afonso *
Laurinda Leite *

Após uma ausência de mais de uma década, o som foi reintroduzido nos currículos portugueses de Física, passando a fazer parte do programa de Ciências Físico-Químicas do 8º ano de escolaridade (área temática "O Som e a Audição"). O estudo desta área reveste-se de grande importância pois contribui para sensibilizar os alunos para questões como a saúde humana e os problemas ambientais que afectam a biosfera, nomeadamente a poluição sonora. Analisamos a importância atribuída por professores de Ciências Físico-Químicas ao ensino da área "O Som e a Audição" e identificamos alguns constrangimentos a esse ensino.

Introdução

Na sequência da Reforma Educativa do início dos anos 90 e após anos de ausência, o som – um dos temas que mais cedo preocupou os filósofos naturais [1] –, reapareceu nos currículos portugueses de Física, no ensino básico e no ensino secundário (Técnicas Laboratoriais de Física). No ensino básico, conhecimentos de Acústica começam por ser abordados ao longo do 1º ciclo [2], pretendendo-se familiarizar os alunos com certos aspectos do tema através da exploração de algumas características do som e da verificação de alguns fenómenos a ele associados como, por exemplo, a propagação do som em sólidos, líquidos e gases. O tema é retomado

na disciplina de Ciências Físico-Químicas do 8º ano de escolaridade na área temática "O Som e a Audição" [3], onde não só são aprofundadas as noções abordadas antes como são apresentados novos

conceitos que permitem aos alunos explicar e tirar partido das características acústicas dos diferentes materiais e aplicar esses conhecimentos.

Os jovens contactam, desde cedo, com fenómenos acústicos e utilizam frequentemente instrumentos que se baseiam no som e nas características deste. Assim, a integração do som nos currículos é importante pelo facto, entre outros, de constituir uma oportunidade para formar indivíduos não só mais cultos e conhecedores dos aspectos científico-técnicos do som, mas também mais aptos a responder às exigências da sociedade [4], em contextos associados à poluição e à protecção acústica [3], e a tomar decisões fundamentadas para promoção da saúde, do ambiente e da qualidade de vida.

Contudo, a par de uma grande escassez de investigação educacional e de uma relativa falta de materiais didácticos para o ensino do som [5], por um lado, e da existência de dificuldades conceptuais em alunos dos diversos níveis de escolaridade [6], por outro lado, verifica-se que não é atribuída grande importância à Acústica nos currículos universitários de Física, nem mesmo em cursos de formação de professores.

Além disso, parece que, em alguns países, os professores optam por excluir o som sempre que não têm tempo para leccionar todo o programa [5]. Surge assim a questão de saber se a referida opção tem a ver com o reconhecimento, por parte dos professores, de falta de interesse e/ou utilidade do tema em causa, ou se se deve antes a um domínio deficiente dos conteúdos e/ou ao desconhecimento de estratégias e materiais didácticos adequados. Neste contexto, analisamos a importância atribuída pelos professores portugueses de Ciências Físico-Químicas ao ensino da área temática "O Som e a Audição" e identificamos alguns constrangimentos a esse ensino.



Parte do ouvido humano

Metodologia

Os nossos dados foram recolhidos através de um questionário anónimo, constituído essencialmente por perguntas fechadas, seguidas de um pedido de justificação quando esta se afigurava necessária. O questionário estava organizado em três partes. A primeira permitia obter informações para caracterizar a amostra; a segunda permitia identificar comportamentos e opiniões dos professores acerca das quatro áreas temáticas de Física do 8º ano de escolaridade; e a terceira permitia recolher as opiniões dos professores acerca do ensino-aprendizagem de “O Som e a Audição”.

Depois de validado por especialistas e professores do grupo disciplinar a que se destinava, o questionário foi distribuído, em 1997/98, a docentes de Ciências Físico-Químicas de 37 escolas de ensino básico 2+3 e secundárias do norte e centro do país. Devolveram o questionário preenchido 84 professores.

A amostra é heterogénea no que respeita ao tempo de serviço e inclui 58 por cento de professores profissionalizados, 17 por cento de professores em profissionalização e 25 por cento de professores não profissionalizados. Apenas 55 por cento dos participantes têm formação de base em Física (obtida em cursos de Física ou de Física e Química), mas é mais baixa a percentagem de professores que, se pudesse, optaria por não leccionar Física (13 por cento).

Resultados

“O Som e a Audição” versus outras áreas temáticas

Mais de 70 por cento dos professores que participaram neste estudo tinham leccionado todas (3 por cento) ou algumas (33 por cento) áreas temáticas de Física do 8º ano de escolaridade.

Tabela 1
Áreas temáticas que os professores excluíam (N=84)

Áreas temáticas	Percentagem de professores
Nós e o Universo	54,2
Produção e Distribuição de Electricidade	12,5
O Som e a Audição	73,6
Luz e Visão	36,1

Nota: alguns professores indicaram apenas uma área.

A grande maioria (82 por cento) dos participantes que tinham ensinado só algumas áreas do 8º ano nunca tinha leccionado “O Som e a Audição”. Portanto, esta área tinha sido leccionada por apenas 44 por cento dos participantes. “O Som e a Audição” é também a área que seria excluída por mais professores caso estes não pudessem cumprir

todo o programa de Física do 8º ano e tivessem, por isso, que deixar de fora duas áreas (Tabela 1).

A área “Nós e o Universo” também apresenta uma elevada percentagem de exclusão. No entanto, enquanto os professores que a excluíam referem, essencialmente, o facto desta área já ter sido abordada em Ciências da Natureza, no 7º ano, e também fazer parte do programa de Geografia, as razões para a eventual exclusão de “O Som e a Audição” são diversas. Estas razões vão desde a falta de formação dos professores e falta de material didáctico até os professores acharem a área em causa pouco motivadora ou mesmo complexa para os alunos ou pouco relevante para o cidadão e/ou para o prosseguimento de estudos (Tabela 2).

Tabela 2
Razões para exclusão de “O Som e a Audição” (N=53)

Razões	Percentagem de professores
Menos importante para prosseguimento de estudos	34,0
Mais elevada complexidade/abstracção	24,5
Menor preparação do professor	13,2
Menos motivadora para os alunos	7,5
Menos importante para a formação básica	3,8
Falta de material didáctico	3,8
Menor importância para o quotidiano e prosseguimento de estudos	1,9
Menor importância/utilidade no quotidiano	1,9
Não justificam	9,4

Cinco participantes no estudo “recusaram-se” a indicar as áreas que excluíam por as considerarem todas muito importantes. Um deles justificou que “é preferível ... os alunos ficarem com noções básicas do que estudar duas áreas bem aprofundadas”.

Apesar de alguns participantes terem afirmado que não receberam formação académica sobre “O Som e a Audição” (pelo que alguns deles não estão à vontade para leccionar o assunto), de um modo geral os professores não parecem sentir necessidade de frequentar acções de formação sobre esta área. Na verdade, se tivessem que escolher uma acção para frequentar, apenas 22 por cento dos inquiridos escolheria uma acção sobre acústica (Tabela 3). Dos 7 professores que justificaram a exclusão de “O Som e a Audição” com base na menor preparação do professor sobre o assunto (Tabela 2), apenas 3 manifestaram a necessidade de frequentar a respectiva acção de formação. Uma percentagem de 15 por cento dos inquiridos (Tabela 3) gostaria de frequentar acções de formação sobre todas as áreas temáticas, para actualização e desenvolvimento profissional.

Tabela 3
Necessidade de frequência de acções de formação sobre Física do 8º ano (N=78)

Área Temática	Percentagem de professores
Nós e o Universo	43,6
Produção e Distribuição de Electricidade	0,0
O Som e a Audição	21,8
Luz e Visão	6,4
Todas as áreas	15,4
Nenhuma área	12,8

Enquanto apenas 16 por cento dos professores consideram que os alunos gostam igualmente das quatro áreas temáticas, já 44 por cento consideram que todas elas são igualmente importantes para a formação do aluno do ensino básico. As razões apresentadas no primeiro caso pelos pouquíssimos professores que justificam a sua opinião são o facto de considerarem que todas as áreas contribuem para satisfazer a curiosidade dos alunos; que novos temas ou pelo menos novas formas de abordagem são, nas idades em causa, sempre aliciantes; e que todas as áreas têm uma relação com o dia-a-dia. Alguns professores atribuem a responsabilidade pela igual preferência dos alunos ao próprio professor, ao afirmar que os alunos gostam de tudo desde que motivados e que o professor motivado os consegue “contagiar”. As justificações para a igual importância reconhecida pelos professores às diferentes áreas temáticas para a formação do aluno do ensino básico centram-se no facto de qualquer uma destas áreas contribuir para a formação e a cultura geral dos alunos, permitindo-lhes participar activamente na sociedade e tomar decisões fundamentadas, o que será possível desde que as áreas sejam abordadas numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade. É também referida por alguns professores a relação entre estas áreas e o quotidiano, nomeadamente no que se refere às novas tecnologias. Contudo, não são explicitados os contextos em que estas relações se verificam. O facto de estas áreas dotarem os alunos de conhecimentos que lhes permitem compreender fenómenos do quotidiano e questões emergentes sobre a qualidade de vida justifica também a igual importância que alguns professores lhes atribuem.

Tomando como referência, por um lado, os professores que consideram que os alunos têm diferentes preferências pelas diferentes áreas e, por outro lado, os que atribuem diferente

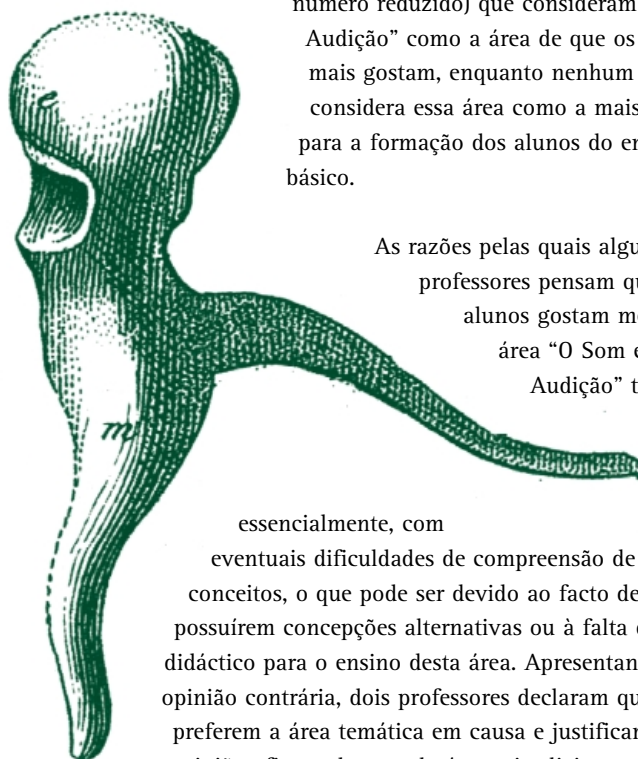


Tabela 4
Opiniões dos professores acerca das diferentes preferências dos alunos e da diferente importância das diversas áreas temáticas (%)

Área Temática	Preferência dos alunos		Importância atribuída	
	Gostam mais (N=47)	Gostam menos (N=28)	Mais importante (N=29)	Menos importante (N=22)
Nós e o Universo	55,3	3,6	13,8	27,3
Produção e Distribuição de Electricidade	36,2	28,6	82,3	4,4
O Som e a Audição	4,3	35,7	0,0	54,5
Luz e Visão	4,3	32,1	3,4	13,6

Nota: Alguns professores indicaram apenas a área que eles pensam que os alunos gostam mais ou aquela que eles próprios consideram mais importante, não tendo indicado a que menos gostam.

importância às diferentes áreas (para efeitos de formação dos alunos do ensino básico), e como se pode verificar da Tabela 4, a área “O Som e a Audição” obtém uma posição má (embora equivalente à da “Luz e Visão”) quando se consideram as preferências dos alunos. Mas obtém uma posição pior quando se trata da importância reconhecida pelos professores para a formação de alunos do ensino básico. É curioso haver professores (embora em número reduzido) que consideram “O Som e a Audição” como a área de que os alunos mais gostam, enquanto nenhum professor considera essa área como a mais importante para a formação dos alunos do ensino básico.

As razões pelas quais alguns professores pensam que os alunos gostam menos da área “O Som e a Audição” têm a ver,

essencialmente, com eventuais dificuldades de compreensão de alguns conceitos, o que pode ser devido ao facto de os alunos possuírem concepções alternativas ou à falta de material didáctico para o ensino desta área. Apresentando uma opinião contrária, dois professores declaram que os alunos preferem a área temática em causa e justificam a sua opinião afirmando que ela é a mais aliciante para os alunos: não só é a de mais fácil compreensão mas

também aquela em que os conceitos são mais acessíveis aos alunos e onde há maior possibilidade de realizar actividades experimentais.

Por seu lado, as razões da atribuição de menor importância a “O Som e a Audição” têm a ver com a inexistência, na opinião dos professores, de qualquer relação entre esta área e o quotidiano, razão a que um professor acrescenta a elevada complexidade.

Opiniões dos professores sobre “O Som e a Audição”

Uma percentagem de 21 por cento dos inquiridos afirmou não saber classificar a adequação da área “O Som e a Audição” aos alunos do 8º ano de escolaridade, alegando, principalmente nos casos em que nunca leccionaram esse ano, o desconhecimento do programa. Cerca de 47 por cento dos inquiridos classificam a área como “adequada” ou “moderadamente adequada”, havendo 29 por cento que a consideram pouco adequada e 3 por cento que a classificam como totalmente inadequada.

Os professores classificam esta área como inadequada ou pouco adequada por a considerarem muito complexa: inclui não só conceitos que exigem um desenvolvimento cognitivo que os alunos deste nível etário não possuem, nomeadamente o conceito de onda, mas também fenómenos de difícil compreensão nesta idade. Há ainda quem considere que alguns aspectos são demasiado aprofundados, quem pense que os alunos não gostam desta área e ainda quem a considere inadequada por falta de material para as aulas práticas.

Embora haja quem considere que “qualquer assunto pode e deve ser mais ou menos aprofundado, de acordo com o nível etário”, a elevada complexidade de alguns assuntos – nomeadamente o conceito de onda e os movimentos ondulatórios, a grande profundidade com que alguns tópicos são abordados, concretamente o ouvido e os ultrasons, e o facto de incluir conteúdos “não directamente observáveis” – são apontadas por alguns professores como razões para considerarem “O Som e a Audição” uma área moderadamente adequada a alunos do 8º ano. Outros professores classificam a área como “adequada” ou “moderadamente adequada” por estar prevista uma abordagem qualitativa, superficial e simples da natureza ondulatória do som; por incluir os conteúdos necessários e adequados e concordar com os objectivos do ciclo em que se integra, permitindo a quem não prosseguir estudos a aquisição de conhecimentos gerais sobre este assunto; e ainda por ter relação com o quotidiano. Alguns professores afirmam também que a área em causa não exige mais recursos que as outras, que ela é fácil de ensinar e que a possibilidade de realizar actividades laboratoriais facilita a aprendizagem, pelo que a consideram adequada ao 8º ano.

Finalmente, alguns professores defendem que a adequação

da área depende da forma como ela for leccionada, pelo que a consideram adequada desde que seja abordada qualitativa e experimentalmente, limitando-se ao ensino dos “conceitos mínimos”, apoiado por trabalhos práticos ligados ao dia-a-dia, numa perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade que leva em conta a motivação dos alunos.

A relevância que os professores atribuem a “O Som e a Audição” depende de estar em causa a formação de cidadãos ou o prosseguimento de estudos.

Os conhecimentos sobre o som são considerados relevantes por uma percentagem muito maior de professores quando está em causa a formação do cidadão comum do que quando se considera o prosseguimento de estudos (Tabela 5). De facto, no primeiro caso, quase metade dos que respondem consideram esta área relevante enquanto, no segundo caso, só cerca de um quarto acha o mesmo.

Tabela 5
Relevância de conhecimentos sobre “O Som e a Audição” (%)

Relevância	Formação de cidadãos (N=76)	Prosseguimento de estudos (N=70)
Nada relevante	2,8	8,6
Pouco relevante	16,9	35,7
Moderadamente relevante	32,4	31,4
Relevante	47,9	24,3

Apesar da escassez de justificações, os professores que consideram a área em causa como “nada” ou “pouco relevante” para a formação do cidadão comum fazem-no por acharem que os seus conteúdos não têm relação com o dia-a-dia das pessoas nem são os mais interessantes, e ainda por pensarem que, no ensino básico, os alunos não estão motivados para estudar o som. No caso do prosseguimento de estudos, as razões estão essencialmente relacionadas com o facto de, segundo alguns professores (mais precisamente 11), não voltar a ser explicitamente incluído este tema nos programas de Ciências Físico-Químicas, pelo que pode ter interesse mais tarde para o estudo dos movimentos ondulatórios. Outros professores referem que ele apenas é de novo leccionado em Técnicas Laboratoriais de Física, pelo que só terá interesse para quem vier a frequentar esta disciplina.

A justificação da relevância ou moderada relevância tem a ver, no caso da formação do cidadão comum, com a importância geral dos conhecimentos desta área, devido à relação que ela tem com o dia-a-dia, permitindo compreender não só aspectos relacionados com fenómenos

naturais, o funcionamento de aparelhos e a música, mas também com um dos sentidos fundamentais – a audição. Possibilita a compreensão de problemas actuais, como a poluição sonora (explicitamente referida por 10 professores), doenças associadas à música das discotecas e surdez, pode sensibilizar os alunos para a prevenção dos problemas do som e/ou do ruído – nomeadamente através de cuidados a ter com o ouvido – e “alertar para melhores condições de vida”. No caso do prosseguimento de estudos, as razões centram-se no facto desta área permitir aprender conceitos básicos, como o conceito de onda, que constituem pré-requisitos para o estudo posterior das ondas electromagnéticas.

Quase metade dos participantes (40 dos 84) não respondeu ou declarou não saber responder sobre o que os alunos gostariam de aprender acerca de “O Som e a Audição”, devido à falta de experiência de leccionação da área em causa. Entre os professores que responderam a essa pergunta, a maioria limitou-se a mencionar conceitos físicos (como intensidade sonora, espectro sonoro, velocidade de propagação e funcionamento do ouvido) que julgam interessar aos alunos e que fazem actualmente parte dos programas. Quanto aos professores que fazem referência a alguns contextos, estes vão desde os instrumentos musicais até às aplicações tecnológicas e ao modo como a poluição sonora afecta o ouvido humano. Um dos contextos referido mais frequentemente (fizeram-no 10 professores) foi a relação da poluição sonora com a audição. É curioso referir que apenas um professor considera que os alunos gostariam de abordar a influência do som não só no ouvido humano mas também “no ritmo biológico, no estado de humor, na frequência cardíaca” e que apenas dois referiram a produção e a recepção de sons pelos animais.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que a área temática “O Som e a Audição” é, de entre as quatro áreas de Física do 8º ano, a que menor probabilidade tem de ser leccionada, principalmente porque os professores pensam que os alunos não têm interesse pelos assuntos que ela abrange, a consideram complexa e lhe atribuem pouca importância para o prosseguimento de estudos. Este resultado, um pouco contraditório com a relevância absoluta que os professores atribuem à área em causa para a formação dos cidadãos, parece indicar que os professores esquecem que o ensino básico da Física “não tem como meta principal a preparação de alunos para estudos superiores mas que tem que ser equacionado como uma forma de contribuir para a formação de cidadãos esclarecidos” [3].

Uma vez que a grande maioria dos participantes no estudo não parece sentir necessidade de formação para o ensino dessa área e dado que os professores parecem gostar de ensinar Física, os nossos resultados indicam que será essencialmente a imagem pouco positiva que os



professores têm da área em questão o principal constrangimento à sua leccionação. Em nossa opinião, é inquestionável a importância desta área, não só por uma questão de cultura geral mas também pela diversidade de fenómenos (produção de sons, propagação, refacção, reflexão, eco, efeito Doppler, audição humana e animal, etc.), e problemas do quotidiano (poluição sonora, surdez, etc.) cuja compreensão e prevenção exigem conhecimentos de Acústica. A facilidade em encontrar contextos (da tecnologia, ecologia e áreas da saúde, música, biologia animal e humana, etc.) em que esses conhecimentos podem ser ensinados permite torná-los motivadores e fáceis de aprender. Não sendo para este efeito suficiente o recurso aos contextos, essencialmente tecnológicos, sugeridos no programa, podem encontrar-se contextos adequados em diferentes ecossistemas [7, 8, 9, 10], uma vez que o som controla e/ou influencia a vida de todos os seres vivos. A título de exemplo, considere-se o ecossistema aquático. Neste, um peixe como o bacalhau é capaz não só de detectar sons mas também de determinar a distância a que a fonte sonora se encontra; também o peixe-sapo, durante a época de acasalamento, produz sons por vibração da bexiga natatória atraindo as fêmeas de muito longe. Outros seres mais complexos, como as baleias, são capazes de emitir ultra-sons. Algumas espécies, como a baleia azul, emitem sons com 188 dB, os quais podem ser detectados à distância de 850 km. Outros cetáceos servem-se da energia associada à onda sonora para atordoar a presa; a maioria navega usando um sistema de localização pelo eco [10] e comunicando entre si pelo canal de som. Neste exemplo podem explorar-se conceitos como a reflexão, meios de propagação, intensidade, espectro sonoro, produção do som, etc. Por outro lado, e dado o facto da interferência



sonora no “habitat” destas espécies colocar em risco não só a sua sobrevivência [9] como também o equilíbrio ecológico da Terra, quanto melhor for a compreensão que o aluno tiver da dinâmica entre os diferentes componentes abióticos e bióticos da Biosfera, mais preparado estará para assumir um papel activo na preservação da mesma.

Afigura-se, portanto, urgente envidar esforços no sentido de promover a imagem da área “O Som e a Audição” junto dos professores e de minimizar os constrangimentos que eles encontram quando a leccionam. Enquanto as dificuldades de tipo logístico podem ser, pelo menos em parte, minimizadas por recurso ao programa “Ciência Viva”, as dificuldades associadas à formação dos professores exigem não só que as instituições que fazem essa formação revejam os seus planos de estudo no sentido de incluir tópicos daquela área e sensibilizem os futuros professores para a importância que ela tem na formação geral do cidadão, mas também que sejam elaborados, testados e divulgados materiais didácticos, bem fundamentados, para apoio à respectiva leccionação.

* Universidade do Minho
Campus de Gualtar
4710-320 Braga Portugal
lleite@iep.uminho.pt

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos aos professores que responderam ao questionário. Este trabalho foi elaborado no âmbito do projecto “Promover a qualidade do ensino e da aprendizagem de ‘O Som e a Audição’ ” (Projecto nº 55/97), financiado pelo Instituto de Inovação Educacional – programa SIQE – medida 2.

Referências:

- [1] Caldeira, H. et al., *Gazeta de Física*, 14, 1 (1991), 22-32.
- [2] Ministério da Educação, “*Programas - 1º ciclo do ensino básico*”, Porto Editora, Porto, 1992.
- [3] Departamento de Ensino Básico, “*Programa - Ciências Físico-Químicas*”, Lisboa, Ministério da Educação, 1995.
- [4] Manso, C., Santos, C., Barbosa, J., Fernandes, J., Pereira, M. e Barbosa, V., *Revista de Educação* 6 (1995), 96-118.
- [5] Perales-Palacio, J., *Enseñanza de las Ciencias* 15, 2 (1997), 233-247.
- [6] Leite, L. e Afonso, in “*La Didáctica de Las Ciencias: Tendencias actuales*”, Universidade da Coruña, A Coruña, 1998, 345-358.
- [7] Déoux, S. e Déoux, P., “*Ecologia é Saúde*”, Instituto Piaget, Lisboa, 1996.
- [8] Malvern, D., *School Science Review* 78, 283 (1996), 47-55.
- [9] Frantzis, A., *Nature* 382, 29 (1998), 29.
- [10] Erkert, R., “*Animal Physiology: Mechanisms and Adaptations*”, Freeman, Nova Iorque, 1988.

Os professores do ensino básico servem-se de vários recursos para o ensino do som.

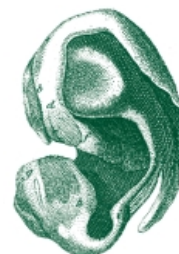
Por exemplo, o seguinte poema da escritora brasileira Cecília Meireles (1901-1964):

O eco

*O menino pergunta ao eco
onde é que ele se esconde.
Mas o eco só responde “Onde? Onde?”*

*O menino também lhe pede
“Eco, vem passear comigo!”
Mas não sabe se o eco é amigo
ou inimigo.*

*Pois só lhe ouve dizer:
“Migo!”*



DIÁLOGOS

Manuel Paiva, um físico português "exilado" em Bruxelas

SOBRE

"As mentalidades

que me levaram a partir

são as mesmas de hoje"

Professor de Física na Faculdade de Medicina da Universidade Livre de Bruxelas e director do respectivo laboratório de Física Biomédica, Manuel Paiva partiu um dia de Portugal por não suportar o ambiente asfíxiante e a pequenez de mentalidades que imperavam. Cortadas as amarras com a terra natal, fez o seu percurso pessoal e profissional numa Europa que não enjeita quem tem valor. Regressou já depois da Revolução de 1974 e redescobriu um país novo. Novo? Nem em tudo, como se verá. Mas, apesar de tudo, com motivos de interesse suficientemente estimulantes para o levar a escrever, de parceria com Mariana Pereira, estudante portuguesa em Filadélfia, EUA, onde prepara a sua tese de doutoramento, um livro – "Diálogos sobre Portugal", Livros e Leituras, 1999 – que é um singular olhar de "estrangeirados" sobre o país onde ambos nasceram.

entrevistado por
Carlos Pessoa
e Carlos Fiolhais



Gazeta de Física – Nos anos 60 partiu para o estrangeiro. O que o levou a emigrar?

Manuel Paiva – Deixei Portugal em 1964 principalmente por razões políticas, pois a minha alergia ao fascismo estava a dar-me cabo da saúde...

P. – E regressa 30 anos depois...

R. – Estou de volta porque continuei alérgico ao fascismo. Eu explico: como muitos belgas, tinha planeado terminar a minha vida no sul de França, mas face à chegada da extrema-direita a essa região decidimos [eu e a minha mulher] procurar outro sítio e foi assim que encontramos uma democracia em Portugal.

P. – O que fazia quando foi para o estrangeiro?

R. – Fiz os dois primeiros anos de engenharia na Universidade do Porto e dei muitas explicações para amearhar o dinheiro suficiente para poder sair. Segui para Itália e depois licenciiei-me e doutorei-me em Bruxelas, onde me mantive até hoje.



P. — Continuou a acompanhar o que se passava cá?

R. — Não. Enquanto a minha mãe era viva ainda mantive contactos estreitos com familiares em Portugal, mas nada de ligações profissionais. A partir de 1981 desliguei de todo e deixei de falar e escrever em português.

P. — E nunca mais cá voltou?

R. — Sim, sim. Fiz duas ou três viagens turísticas, mas nada mais.

P. — O que aconteceu para que tenha agora abandonado esse "exílio"?

R. — É muito simples: há três anos, quando Portugal negociava a adesão à Agência Espacial Europeia (ESA), no âmbito da qual tenho participado em muitas comissões, vim cá fazer algumas palestras.

P. — Que Portugal encontrou?

R. — Um país muito mais moderno do ponto de vista das telecomunicações, estradas, etc. Mas tenho que confessar, com toda a franqueza, que encontrei — com algumas excepções, é certo — as mesmas mentalidades que me tinham levado a partir. Fiquei por vezes muito chocado por ver pessoas que eram verdadeiros fascistas terem-se

tornado democratas! Mas enfim, o que me tinha trazido ao país eram motivos profissionais, ligados à ciência...

P. — Em que estado encontrou a ciência portuguesa?

R. — Vi-a pelos olhos de um belga que trabalha na Bélgica mas que ainda fala mais ou menos o português. Ou seja, com a perspectiva de um estrangeiro.

P. — Mas o que viu regista uma diferença em relação ao passado?

R. — Sem dúvida nenhuma que a situação melhorou. Todavia, nos domínios que conheço melhor, ligados às ciências médicas e biomédicas, vê-se que o número de publicações nos últimos 10 anos dividido pelo número de habitantes coloca Portugal no último lugar da União Europeia, mesmo atrás do Luxemburgo, onde não existe universidade!

Tenho muitas vezes a impressão de que se tenta esconder esta crua realidade, procurando viver-se fechado como nos tempos passados do "orgulhosamente sós", o que hoje não tem qualquer sentido. Existe uma língua comum dos cientistas, o inglês, há a Internet e técnicas quantitativas e objectivas de avaliação da qualidade científica que

permitem fazer comparações. Por isso, é preciso verificar que, no domínio da investigação médica, Portugal está muitíssimo atrasado em relação à Europa.

P. — O livro que escreveu é um ajuste de contas com o país e o passado?

R. — Com o país, não! Eu vim a Portugal há três anos, como disse, onde tive os primeiros contactos científicos e não científicos e começaram a acontecer tantas coisas estranhas que, no meu entender, desafiavam a teoria das probabilidades. Não era possível que aquilo fosse um acaso.

P. — Há uma arte de ser português...

R. — Exacto. Quando acontecia algo de estranho, diziam-me que isso era à portuguesa! Ora, isso não pode funcionar assim!...

P. — Mas se não aceita isso, é porque o seu olhar sobre a realidade já não é o de um português...

R. — Bem, é possível. O que sei é que me aconteceram tantas coisas que decidi escrever um livro. Foi um esforço enorme porque eu tinha deixado de escrever português. Mande o livro a 42 editores e pensei que nunca haveria de o publicar, mas acabei por encontrar um editor corajoso que o publicou.

P. — O que pretendeu dizer com este livro?

R. — A conclusão, que está mesmo no fim do livro, é que o grande esforço hoje em Portugal deve ser feito ao nível do ensino básico.

P. — Quer dizer com isso que se estamos atrasados é porque a educação está mal no nosso país?

R. — A educação está mal. Como leva muito tempo e é uma questão de gerações corrigir as coisas, só vale a pena investir a partir de baixo, ao nível do ensino básico. Para o fazer é preciso dinheiro e eu tenho uma solução para isso que sei que chocou muita gente: há centros em Portugal que são totalmente improdutivos do ponto de vista científico, pelo que é preciso ter a coragem de dizer que os que não produzem deixam de ser financiados. Citando de novo a área que conheço melhor, a das ciências da saúde, o que vejo é que ela ainda funciona muito à base do sistema a que chamo do mandarinato — há alguém que manda e todos os outros obedecem. Esse sistema ainda existe em grande parte nas universidades portuguesas, onde é preciso ter a coragem de fazer avaliações objectivas.

P. — Mas elas já são uma prática corrente.

R. — Fazem-se grandes avaliações mas o que falta depois é seguir, verificar se as recomendações são seguidas ou não. Se assim não for, todo esse esforço só serve para dar uma boa consciência...

Por outro lado, argumenta-se que estamos ainda abaixo do nível europeu, mas que a evolução é grande. A verdade é que só se pode aumentar porque o nível de que se parte é muito baixo. No domínio da ciência, a evolução é extremamente lenta e não serve de nada só injectar

dinheiro se isso não é feito com uma ideia a longo prazo, o que é de certo modo incompatível com a lógica dos mandatos políticos a quatro anos.

O que eu tentei explicar no livro é que nada disso servirá de muito sem a criação ou a existência de uma cultura científica.

P. — Ela existe em Portugal?

R. — Não existe uma cultura científica em Portugal.

P. — Que sugestões tem para mudar o ensino e criar essa cultura científica tão necessária?

R. — Eu responderia com uma transcrição do prefácio de Hubert Reeves à edição francesa do meu livro:

“Penso, como Manuel Paiva, que a iniciação precoce às maravilhas da Natureza, efectuada numa atitude de abertura de espírito, de dúvida e de despertar do sentido crítico é a melhor protecção contra o regresso do cacete do integrista”.

Isto vai muito mais além da mera formação científica.

Portugal dispôs de todas as possibilidades para ter uma cultura científica no final do século XVI e desperdiçou-a, o que criou uma atitude. E o que o fascismo fez durante 50 anos foi ser solidário com essa atitude obscurantista. Acontece que a ciência é muito perigosa, porque quando se discute podem fazer-se verificações experimentais e encontrar erros. Os miúdos podem fazer experiências muito simples numa escola e prever o resultado. Faz-se o teste e vê-se quem tem razão. É isso que distingue a ciência do mandarinato.

Estou a lembrar-me de uma pequena história muito interessante que ilustra bem esta realidade. Fizem um inquérito em Inglaterra às razões por que os astrofísicos na casa dos 40 anos optaram por essa área. Mais de metade respondeu que tinha optado pela Astrofísica devido às conferências de Fred Hoyle na BBC.

Aqui está: a importância de suscitar a curiosidade e o interesse em certas idades é fundamental. Os países europeus estão a entrar numa crise enorme de falta de vocações científicas. O grande desafio é, hoje, tentar atrair jovens para carreiras científicas, e isso começa com o despertar da curiosidade.

O astrofísico francês de origem canadiana Hubert Reeves escreveu no prefácio à tradução francesa de “Diálogos sobre Portugal”:

“Despertar a curiosidade, desenvolver a atitude interrogativa, esses são os objectivos que os professores devem privilegiar desde muito cedo nas crianças, sob o risco de se cair na fatura e conforto das ‘verdades já feitas’, sejam estas científicas ou religiosas”.

Física em Portugal

“The Planetary Society” tem 300 sócios portugueses

“The Planetary Society” (TPS) é uma organização espacial sediada nos EUA, não governamental e sem fins lucrativos. Fundada em 1980 por três distintos cientistas – Bruce Murray, Louis Friedman e Carl Sagan –, é actualmente a maior organização mundial deste género com mais de 100 mil sócios em mais de 140 países. Conta com a participação activa de personalidades bem conhecidas como Steven Spielberg, Mike Collins, Ann Druyan, Diane Ackerman, Buzz Aldrin, Ray Bradbury, Arthur C. Clarke, Frank Drake, Stephen Jay Gould e Paul Newman, entre outros.

Os seus objectivos passam pela divulgação e promoção da exploração espacial e da procura de vida inteligente no Universo (nomeadamente realizando projectos SETI – “Search for Extraterrestrial Intelligence”), bem como o incentivo a projectos educativos e científicos que se enquadrem nestes campos.

Entre os vários programas que estão neste momento a ser realizados realçam-se dois: o “Red Rover Goes to Mars” e o SETI@home. O primeiro consiste em estimular a curiosidade das crianças simulando a superfície marciana e construindo um pequeno “rover” que a irá percorrer. Esse “rover” será totalmente controlado pelos jovens, sendo o seu comportamento avaliado pelos mesmos de modo a que estes sintam a verdadeira emoção dos cientistas que trabalham em missões planetárias. O mais notável neste projecto prende-se com o facto de todos estes “retratos marcianos” estarem ligados pela Internet, permitindo que jovens localizados noutros locais possam conduzir os “rovers” em diferentes paisagens marcianas.

O segundo projecto conta com a participação de mais de um milhão de entusiastas e consiste na análise de

dados provenientes do radar de Arecibo (de uma maneira automática, que facilite a sua utilização por todo o público). Até hoje já “poupou” mais de 100 mil anos de análise computacional...

Todos estes projectos, e muitos outros, estão presentes na página da Web <http://planetary.org>

A TPS tem desde há pouco mais de um ano a sua representação em Portugal. Conta já com cerca de 300 sócios. No entanto, seria desejável que mais pessoas aderissem a esta grande família, não por razões economicistas, mas pela razão de que todos aqueles que se identificam com esta organização devem contribuir para a construção de uma verdadeira cultura científica no nosso país, inspirados pela magnífica obra que nos foi deixada por Carl Sagan.

De facto, a TPS é uma família de pessoas das mais variadas profissões. Esta é talvez a sua maior riqueza porque pode recolher e analisar a opinião da sociedade em geral, tendo em conta que o tema da exploração espacial e da procura de vida inteligente no Universo engloba uma vasta quantidade de conhecimentos.

Aposta numa sociedade culta

“The Planetary Society” quer ajudar a estabelecer pontes de diálogo entre a ciência e a sociedade. Aqui surge imediatamente uma pergunta: quem terá a responsabilidade e a legitimidade para construir os alicerces dessas pontes? Como é óbvio, o primeiro esforço tem de ser feito pelos próprios praticantes e aspirantes a praticantes da ciência. Isto leva-nos directamente ao público-alvo desta publicação: professores, cientistas e alunos de Física. Aos professores, porque são os verdadeiros catalizadores da curiosidade humana e porque são os principais agentes da criação intelectual da sociedade.

Aos cientistas, porque se lhes reconhece a legitimidade para moldar a imagem da ciência bem como para terem um papel activo na transmissão das suas ideias (abrem a porta dos seus

laboratórios com um duplo objectivo: impregnarem a sociedade com o ambiente científico e, inversamente, deixarem que a sociedade os impregne com ideias e preocupações).

Finalmente, aos alunos de Física, porque hoje em dia é cada vez mais necessário que a camada mais jovem do meio científico exprima as suas opiniões e, sobretudo, tenha um papel executivo na divulgação e disseminação da cultura científica. Nesse processo, devem evitar o erro de olharem apenas para a sua área mas antes procurar adquirir outros conhecimentos.

Com estas ideias presentes, a TPS-Portugal tenta estar à altura dos grandes desafios do futuro. Numa primeira fase, temos a intenção de criar várias equipas regionais de sócios que voluntariamente queiram participar neste esforço. Daí o desafio-convite a que se juntem não só a uma organização mas sobretudo a uma causa e a uma missão que é ao mesmo tempo um privilégio e um prazer. Uma sociedade cientificamente culta terá maior legitimidade e vontade para intervir em favor da ciência junto dos meios políticos e governamentais.

A terminar, um outro convite: juntem-se à “mailing list” portuguesa da TPS, que reúne sócios de várias nacionalidades – e não apenas portugueses e brasileiros –, pretendendo ser um espaço de discussão de assuntos relacionados com as ciências do espaço e com as ciências em geral. Para tal, basta inscrever-se no “site” http://www.onelist.com/subscribe/tps_portugal.

Contacto: The Planetary Society (Portugal), Rua Miguel Bombarda, 260, 4050-377 Porto
E-mail: tpsportugal@mail.pt

Francisco Miguel Gonçalves
(estudante de Astronomia da Universidade do Porto)

96a008@astro.ma.fc.up.pt



Criada a Sociedade Portuguesa de Astronomia

Foi criada no Porto em 21 de Dezembro de 1999 a Sociedade Portuguesa de Astronomia. Esta sociedade tem como objectivos pôr em contacto os investigadores de Astronomia em Portugal e servir como interlocutora, junto das entidades oficiais, dos assuntos que interessem à comunidade nacional de astrónomos. A divulgação da Astronomia não é esquecida.

A ideia surgiu num Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica, depois do qual se formou uma comissão instaladora composta pelos Drs. João Lima (Centro de Astrofísica da Universidade do Porto), Rui Agostinho (Observatório Astronómico de Lisboa) e Vítor Costa (Centro de Astrofísica da Universidade do Porto).

Brevemente será realizada a primeira Assembleia Geral onde se fará a eleição dos corpos sociais. Poderá tornar-se sócio, numa primeira fase, quem realiza investigação em Astronomia.

Contacto: Centro de Astrofísica da Universidade do Porto, Rua das Estrelas s/n, 4150 Porto, Tel. 22.608.98.30.

R. M. S.

Portugal na Agência Espacial Europeia

A partir de 1 de Janeiro de 2000, Portugal entra para a Agência Espacial Europeia (European Space Agency, ESA), por uma decisão devidamente preparada do Ministério da Ciência e Tecnologia e da Direcção da ESA. A astrónoma Dra. Teresa Lago, do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto – que é também desde Dezembro de 1999 presidente da organização do “Porto Capital Europeia da Cultura 2001” –, foi escolhida para o Conselho Consultivo da ESA.

Primeira Conferência da “The Planetary Society” em Portugal

Passados quase 20 anos desde a sua criação nos Estados Unidos, “The Planetary Society” (TPS) (dinamizada em Portugal por Francisco Miguel Gonçalves, um estudante do curso de Astronomia da Universidade do Porto) organizou entre nós a sua primeira actividade pública no passado dia 11 de Dezembro de 1999, na FNAC do NorteShopping (Matosinhos). Consistiu numa mini-conferência de homenagem a Carl Sagan (falecido há três anos) com o seguinte programa:

- Sessão de divulgação sobre o Sistema Solar e outros sistemas planetários, por Francisco Gonçalves e José Matos);
- “Carl Sagan, o autor visto pelo editor” (Guilherme Valente, Gradiva);
- “Formação de sistemas planetários: desde o nascimento da estrela até ao aparecimento dos planetas”, por Filipe Pires, Núcleo de Divulgação do Centro de Astrofísica do Porto;
- “Até onde vai o desejo humano de exploração?”, por Carlos Fiolhais, Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

Estas actividades terão continuidade, estando previstas outras mini-conferências na FNAC- Matosinhos sobre os seguintes temas:

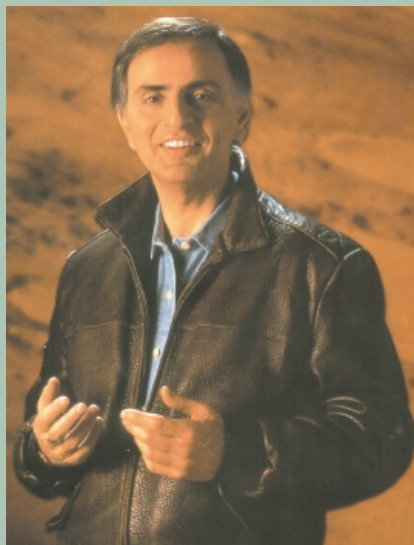
- “A Vida Inteligente no Universo” (5 de Fevereiro de 2000), com Francisco Carrapiço (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto), Joaquim Fernandes (Universidade Fernando Pessoa) e João Lopes dos Santos (Departamento de Física da Universidade do Porto).
- “Quem Fala em Nome da Terra?” (finais de Fevereiro/ início de Março).

Serão, pois, oportunidades para os amantes da Astronomia e da exploração espacial conhecerem alguns divulgadores de ciência, bem como ficarem a saber mais sobre as maravilhas do Universo.

Rui Medeiros Silva

(estudante de Astronomia na Universidade do Porto)

c9308015@cca.fc.up.pt



Carl Sagan

Provas e portas abertas em Braga

Realizaram-se as seguintes provas no Departamento de Física da Universidade de Braga:

– José Vicente Fonseca, equivalência a doutoramento na Universidade de Orleães, França, com “Évaluation de la Liaison Chimique dans la Phase Ferroelectrique de LiNbO_3 . Déterminé par Spectrometrie d’Emission Infra-rouge jusqu’ à 1550 K”, em Dezembro de 1999.

– João Alves Ferreira, Agregação em Física, em Outubro de 1999.

O mesmo Departamento participou numa organização da Escola de Ciências, com a designação “Portas Abertas para a Ciência”, que incluiu palestras, demonstrações experimentais, projecção de filmes didácticos, rastreio visual, etc., destinada a alunos dos 11º e 12º anos. Esta actividade decorreu de 22 a 24 de Novembro, coincidindo em parte com o Dia Nacional da Cultura Científica e contou com a presença de cerca de 300 alunos/dia nas actividades de Física. A Dr.ª Maria Isabel Ferreira proferiu a palestra intitulada “Viva a Física”.

Mestrados educacionais no Porto

Concluíram-se em 1999 as seguintes teses no Mestrado em Física para o Ensino, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto:

– Maria Eduarda Carona, “Um Pouco de Física Subatómica”.

– Ana Sofia Armelino, “Experiências com LEDs”.

– Manuel Rubim Santos, “Ensino Experimental da Mecânica com Auxílio do Vídeo”.

– Anabela Ramos de Carvalho, “Modelos Simples de Física Estatística e suas Aplicações”.

– Adriano Sampaio e Sousa, “Experiências Demonstrativas de Óptica”.

– Maria Alexandra da Silva, “Modelação e Simulação em Física.

Exploração Didáctica do Passeio Aleatório”.

Provas em Aveiro

O Dr. Vítor Torres realizou provas de agregação em Física na Universidade de Aveiro, em Outubro de 1999.

Provas em Coimbra

Os doutores Brigitte Hiller, Alex Blin, Paulo Mendes e Carlos Correia realizaram provas de agregação em Física na Universidade de Coimbra, em Dezembro de 1999.

Campos magnéticos elevados

Realiza-se de 30 de Julho a 2 de Agosto de 2000 no Porto o “6th International Symposium on Research in High Magnetic Fields” (RHMF – 2000). É presidente do comité organizador o Dr. João Bessa e Sousa, do Departamento de Física da Universidade do Porto. Trata-se de uma conferência-satélite da “International Conference on Magnetism”, que se realizará no Recife (Brasil) de 6 a 11 de Agosto de 2000. A ênfase do encontro do Porto é em campos magnéticos elevados, supercondutividade e tecnologia de magnetes que produzem campos intensos, mas incluem-se ainda semicondutores e condutores orgânicos. Informações: Tel. 22.608.26.70, fax 22.608.26.79, e-mail rhmf@fc.up.pt ou <http://www.fc.up.pt/fis/rhmf>.

Física e engenharia da radiação médica

Realiza-se em Lisboa de 20 a 22 de Novembro de 2000 o “Topical Meeting on Medical Radiation Physics and

Engineering”, uma organização do Instituto Português de Oncologia (IPO–Lisboa), do Instituto de Tecnologia Nuclear (ITN–Sacavém) e da Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Lisboa (ESTeSL). Coordenam a comissão organizadora Carlos Oliveira (ITN) e Nuno Teixeira (IPO e ESTeSL). Preside à Comissão Científica o Dr. Colin Roberts, do Kings College, de Londres, estando nessa comissão o Dr. João Pedroso de Lima, da Universidade de Coimbra (que dá uma mini-entrevista à “Gazeta de Física” neste número). Para mais informações ver <http://www.itn.pt>.

Problemas de poucos corpos

Realiza-se na Universidade de Évora de 11 a 16 de Setembro de 2000 a “XVII European Conference on few-Body Problems in Physics”. O presidente da comissão organizadora é o Dr. Alfred Stadler, da Universidade de Évora e do Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa.

Para mais informações contactar:

fax 21.795.42.88,

e-mail fbe2000@alf1.cii.fc.ul.pt ou

<http://alf1.cii.fc.ul.pt/~fbe2000/>.

Recorde-se que uma conferência semelhante foi realizada em 1980 em Sesimbra.

Criado núcleo de Física no Algarve

Foi criado recentemente na Universidade do Algarve (UAlg) um novo núcleo de Física, o “Quanta”. Esta iniciativa contou com os apoios do reitor da Universidade, Dr. Adriano Pimpão, dos Serviços de Informática da UAlg, da Associação Académica da UAlg, do Núcleo de Informática dessa associação e dos docentes da Área Departamental de Física.

O núcleo foi criado por alunos do curso de Engenharia Física

Tecnológica, nomeadamente Ângelo Lopes, Bruno Silva e César Mogo, com o objectivo de estimular a aprendizagem da Física naquela região que, como no resto do país, carece de mais pessoas viradas para a ciência.

Tudo começou numa reunião casual entre os referidos alunos, em que se discutia o facto de os estudantes se interessarem cada vez menos pela Física. A nosso ver, era necessário criar (a exemplo de outras instituições) uma entidade dinamizadora dos recursos existentes na UAlg e na nossa região no sentido de direccionar o interesse dos jovens e do mercado para esta ciência. É necessário chamar a atenção dos jovens do ensino secundário que pretendem ingressar no ensino superior para o facto de o desenvolvimento de energias renováveis, de sistemas de produção agrícola mais eficientes, de melhores instrumentos para a Medicina, entre outros, passar inevitavelmente pela investigação dos fenómenos físicos, nomeadamente das leis que os regem. Ou seja, se alguma profissão tem futuro, esta é sem dúvida a de físico e de engenheiro físico.

Mas o campo de acção do “Quanta” não se vai cingir ao ensino secundário. Dentro da UAlg há um grande trabalho a desenvolver, em colaboração com a área de Física, no que diz respeito à organização de seminários, “workshops” e intercâmbios, bem como viagens de estudo aos principais centros europeus de investigação em Física, em prol do reconhecimento da UAlg como instituição dinamizadora nesta área e da melhoria da qualidade dos formados em Física da nossa universidade.

Programa imediato

Nesta perspectiva, o “Quanta” vai levar a cabo a médio prazo as seguintes actividades:

- Criação de um “Circo da Física Itinerante” em colaboração com a Physis, Associação Portuguesa de Estudantes de Física;

- Realização de palestras acerca dos mais diversos temas, da cosmologia à história do desenvolvimento científico e às pequenas curiosidades físico-matemáticas, passando por interpretações filosóficas do nosso conhecimento actual;

- Organização de visitas de estudo a diferentes instituições do nosso país onde haja estudos em Física.

A curto prazo pretendemos fazer a divulgação do curso de Engenharia da UAlg nas escolas secundárias da região. Este trabalho reveste-se de particular urgência devido à actual tendência para diminuição dos candidatos.

Uma primeira iniciativa foi realizada no passado dia 24 de Novembro, em colaboração com a área de Física da UAlg: um seminário do Dr. Jorge Dias Deus sobre “A Física e a Revolução”.

Entretanto, iniciámos contactos entre as empresas e a UAlg (começamos na nossa região, mas pretendemos estabelecer contactos internacionais a mais longo prazo) a fim de fomentar protocolos de estágio, fundamentais para a futura integração no mercado de trabalho dos formados em Física. Vamos realizar de 14 a 16 de Abril de 2000, em conjunto com a Physis, o II Encontro Nacional de Estudantes de Física, subordinado ao tema “100 anos da Teoria Quântica”.

Existe um longo caminho a percorrer, sendo indispensável a colaboração de todos, incluindo estudantes e docentes de outras áreas científicas que queiram dar o seu contributo. Para mais informações, contactar o “Quanta” através do telefone 28.980.09.47 ou pelo e-mail quanta@aaual.ualg.pt.

Bruno Silva

(estudante de Engenharia Física da Universidade do Algarve)

II Encontro Nacional de Estudantes de Física

Vai realizar-se nos dias 14 a 16 de Abril de 2000 o II Encontro Nacional de Estudantes de Física. O evento terá lugar na Universidade do Algarve, organizado pelo “Quanta” – Núcleo de Física da Universidade do Algarve. Estará subordinado ao tema “100 Anos da Teoria Quântica”. A informação está em <http://www.aaual.ualg.pt/quanta/>. À semelhança do ano passado, irão ser apresentadas comunicações orais quer por alunos das universidades do país quer por cientistas convidados. Um júri avaliará as melhores comunicações dos alunos. As duas melhores terão como prémio a participação na ICPS 2000 (International Conference for Physics Students) em Zadar, Croácia, em Agosto próximo, a cargo da Physis – Associação Portuguesa de Estudantes de Física.

Hugo Natal da Luz

(estudante de Física da Universidade de Coimbra e presidente da Physis)



Max Planck

PET vai ser instalada em Coimbra

A Tomografia de Emissão com Positrões (PET) é uma técnica sofisticada, baseada na Física e de aplicação em Medicina, cujo primeiro equipamento em Portugal vai começar a ser instalado em 2000. Falámos, por isso, com o Dr. João José Pedroso de Lima, físico que é professor e investigador na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

P. — O que é a PET?

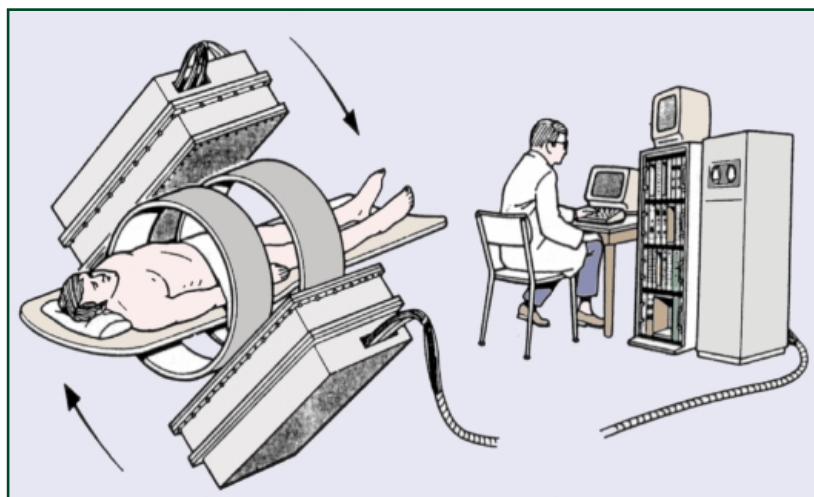
R. — A PET é uma técnica de imagem médica para diagnóstico e investigação que permite o estudo quantitativo, no vivo, do metabolismo, da bioquímica e da farmacologia locais de moléculas marcadas com radionúclidos emissores de positrões. Os emissores de positrões são quase o único processo de obter moléculas marcadas, emissoras de radiação electromagnética energética e com composição quimicamente idêntica ao das biomoléculas naturais, constituindo por isso traçadores perfeitos. A PET utiliza radionúclidos artificiais dos elementos biológicos como ^{11}C (semivida 20 minutos), ^{15}O (2 minutos), ^{13}N (10 minutos) e ^{18}F (110 minutos), deficientes em neutrões e emissores puros de positrões. Estes radionúclidos substituem átomos estáveis em moléculas como, por exemplo, glucose, aminoácidos, proteínas e neurotransmissores, permitindo obter imagens informativas de funções metabólicas através dos fotões da aniquilação de positrões. Assim, a PET permite obter moléculas biológicas marcadas sem alterar a sua estrutura ou as suas propriedades químicas. A tomografia com positrões possibilita estudos quantitativos, funcionais, tridimensionais, com razoável informação morfológica. A informação veiculada é essencialmente funcional e difere da fornecida pelo TAC ou RMN, que é sobretudo estrutural. A PET é mais sensível na detecção precoce de processos patológicos visto que as perturbações metabólicas precedem as

alterações estruturais.

Os radioisótopos emissores de positrões são produzidos bombardeando isótopos estáveis apropriados com feixes de prótons que podem ser obtidos em pequenos ciclotrões desenhados especificamente para a PET. Os períodos muito curtos dos radionúclidos

contra o tempo, é que constitui, de facto, a tomografia de emissão com positrões.

A PET permite estudar o metabolismo cerebral local. A marcação dos receptores cerebrais e dos aminoácidos para avaliação da síntese proteica são técnicas recentemente introduzidas em



com interesse obrigam a que os ciclotrões que os produzem tenham de estar perto dos centros utilizadores. O processamento químico necessário para se obter as moléculas bem como o controlo de qualidade, que obrigam à execução de técnicas complexas como métodos de síntese têm de ser executados nas proximidades do tomógrafo.

A PET é, assim, um conjunto de três unidades indissociáveis: ciclotrão, unidade de radioquímica e tomógrafo. A conjugação das tarefas destes componentes, numa verdadeira corrida

Medicina Nuclear e facilmente realizáveis com a PET. Assim, na Neurologia, a PET possibilita o diagnóstico da doença de Alzheimer e a sua diferenciação de outras formas tratáveis de demência, a localização de tumores do cérebro, a detecção de focos de epilepsia, etc. Em Cardiologia os estudos de perfusão das artérias coronárias são aplicações importantes. Em Oncologia, a PET permite a localização e o estagiamento de tumores, a diferenciação entre necrose e regeneração e uma avaliação mais rigorosa dos efeitos da terapêutica.

P. – Quando é instalada a primeira unidade em Portugal? Por que é que Coimbra foi escolhida para essa instalação?

R. – Está em progresso em Coimbra a instalação do Centro de Tecnologias Nucleares Aplicadas à Saúde (CTNAS), que inclui a PET. Este Centro privilegia a instalação de tecnologia altamente sofisticada, não existente hoje no país. Resultou de um projecto, proposto em devido tempo ao Programa Praxis XXI, cujo financiamento foi decidido pelo Ministro da Ciência e Tecnologia em 1999. Espera-se que a referida estrutura esteja em funcionamento em 2001-2002. O CTNAS será uma instituição de âmbito nacional, com

objectivos clínicos, de investigação e de ensino nos campos do PET e da Medicina Nuclear convencional. O Centro dará assistência clínica e laboratorial à comunidade nestas áreas, em 50 por cento do seu tempo de utilização, em resultado da sua associação ao Ministério da Saúde. Justifica-se a sua instalação na região centro e mais precisamente em Coimbra, pelas seguintes razões:

– Existem em Coimbra actividades de investigação clínica e laboratorial de grande qualidade na área da Biomedicina, em particular na área das Tecnologias Nucleares aplicadas à Biomedicina. Sendo a PET uma tecnologia bem diferenciada,

necessitando de um apoio científico muito forte, existem aqui condições únicas para satisfazer tais necessidades.

– Localização central de Coimbra no país, com boas condições de acesso para os possíveis utentes. O Centro situa-se no Pólo III da Universidade, junto dos Hospitais da Universidade de Coimbra, da futura Faculdade de Medicina, do Instituto de Oncologia de Coimbra e do Instituto Biomédico de Investigação da Luz e Imagem, havendo condições adequadas para uma boa interacção.

– Os Hospitais da Universidade de Coimbra têm uma resposta muito eficiente, oferecendo boas garantias na componente assistencial do projecto.

O “pub” do senhor Lloyd

No final do século XVII existia em Londres, na Tower Street, um “pub” dirigido por um tal Mr. Lloyd. Nele se reuniam vários comerciantes da “City” que entre si discutiam assuntos referentes ao comércio, à navegação e, em particular, aos seguros das suas cargas marítimas. Tendo fornecido o local de encontro, rapidamente Mr. Lloyd se deu conta do interesse em publicar uma folha informativa com os movimentos marítimos de chegadas e partidas, as respectivas cargas e o custo do seguro. Estava inventada a famosa “Lloyd’s list”, que cresceu até se tornar na maior associação de seguros do mundo. O negócio dos seguros nasceu, assim, associado ao risco do transporte marítimo mas cedo se estendeu a outros riscos, nomeadamente fogo, acidentes e vida.

Pela mesma altura e não muito longe do “Lloyd’s pub”, no Gresham College, um grupo de homens que incluía Christopher Wren, Robert Boyle, Francis Bacon e Isaac Newton gostava de se reunir para debater assuntos de natureza científica. Destas reuniões viria a nascer em 1660 a “Royal Society of London for Improving Natural Knowledge”, mais conhecida simplesmente como “Royal Society”. Quatro anos após a sua fundação, esta prestigiada sociedade científica iniciava a publicação regular de artigos científicos.

Mas, dirá o leitor, qual a relação entre um “pub” e a “Royal Society”?

É simples. Alarmada pela ocorrência de um desastre financeiro resultante da venda de seguros de vida sem

suficiente cobertura do risco, a “Royal Society” encomendou em 1693 o primeiro estudo estatístico intitulado “The degrees of mortality of mankind”. Na verdade, até essa altura, os seguros de vida eram vendidos a preços que não tinham em conta a idade do segurado. Este trabalho, realizado por Edmund Halley, foi baseado no estudo do registo dos nascimentos e mortes ocorridos entre 1687 e 1691 na cidade de Breslau (Silésia) e nele foi, pela primeira vez, apresentado o conceito de esperança de vida. No seu trabalho, Halley apresentava uma tabela que indicava o número de mortes por cada grupo etário. A tabela de Breslau, como na época ficou conhecida, é assim a pioneira do moderno cálculo actuarial. Tinham apenas decorridos cinco anos desde a data da publicação da primeira lista do senhor Lloyd!

Esta pequena história ilustra bem o enorme sentido de aplicabilidade do período, hoje chamado de iluminismo, onde se iniciou a revolução científica moderna. Como sabemos, foram as academias que lideraram este movimento ao qual, as universidades, só mais tarde e após profundas reformas, vieram a aderir.

Augusto Barroso

barroso@alf1.cii.fc.ul.pt

Questões de Física

Como funciona a “Via Verde” existente nas auto-estradas portuguesas? Que princípios físicos são usados?

(Um leitor que não é físico)

Relembremos a questão colocada no número anterior:

Como diferenciar as fases sólida e líquida através de propriedades macroscópicas? Antigamente dizia-se que em ambos os “estados” o volume era fixo, mas que no estado sólido a forma era fixa, enquanto no estado líquido a forma era variável, pois o líquido tomava a forma do recipiente. Acontece que isto nem sempre é verdade: o pó de talco, que está no estado sólido, adquire a forma do recipiente onde está contido.

A resposta é a seguinte:

A maior parte das substâncias apresenta-se em três estados ou fases distintas: sólida, líquida e gasosa,

consoante a pressão e a temperatura consideradas. O sólido é a fase termodinamicamente estável a baixas temperaturas e densidades elevadas, pois a energia de interacção é minimizada pela ordem molecular, sendo o sólido ideal constituído pelo arranjo espacial periódico que minimiza a energia potencial do sistema. O gás é estável a altas temperaturas e baixas densidades, onde a energia de interacção é desprezável e a entropia é maximizada pela desordem molecular. O estado líquido é mais subtil – flui como um gás mas ocupa um volume bem definido e não se expande para encher o recipiente que o contém. Foi só nas últimas décadas que emergiu uma imagem coerente do estado líquido. As dificuldades na descrição dos líquidos têm origem em duas das suas características fundamentais. Em primeiro lugar, os líquidos são fases densas. As moléculas interagem constantemente com muitas outras moléculas, tornando impossível o desenvolvimento de uma equação de estado simples. Em segundo lugar, as posições moleculares e as orientações nos líquidos são aleatórias, tornando-os

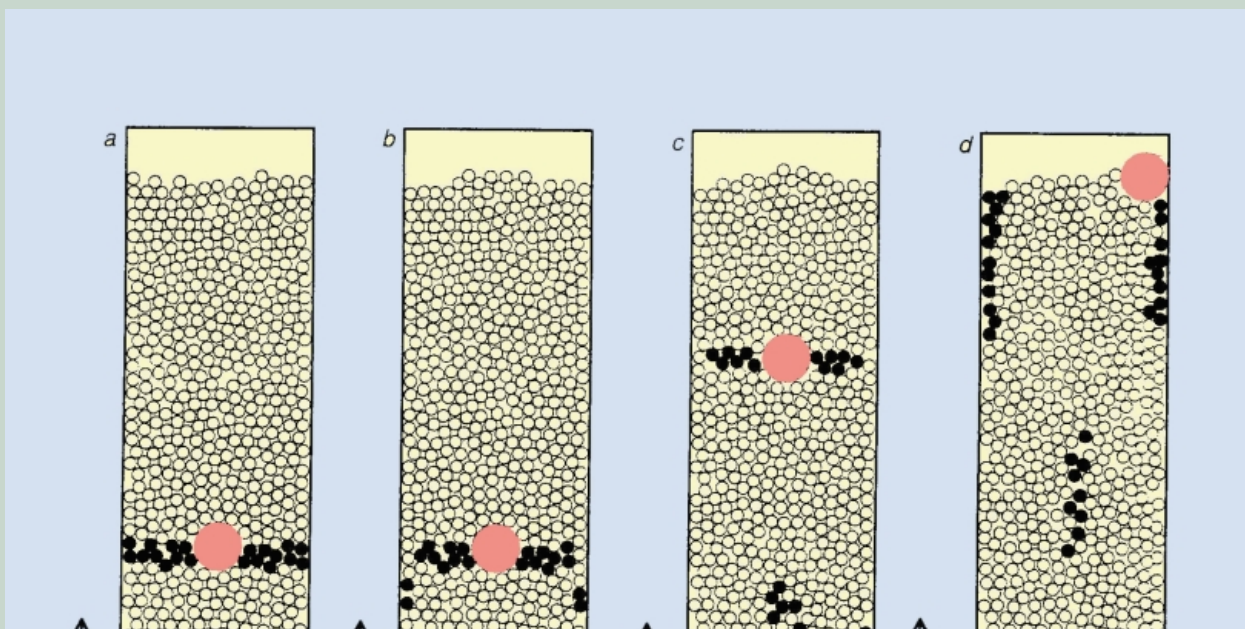
intrinsecamente desordenados. A desordem não é apenas estrutural, é também dinâmica. Num líquido, as moléculas individuais difundem-se a partir das posições iniciais mas, para escalas de tempo suficientemente longas, dão origem a movimentos colectivos e ao regime hidrodinâmico.

As propriedades termodinâmicas dos sistemas granulares, como o pó de talco, são as do sólido correspondente a um dos grãos. O padrão de difracção de raios X é também o de um sólido. No entanto, a estrutura granular dos materiais confere-lhes propriedades mecânicas típicas dos líquidos. Por exemplo, em escalas superiores ao tamanho dos grãos, a desordem estrutural do sistema é responsável pela sua fluidez. Contudo, o sistema granular não exhibe desordem dinâmica, pelo que as suas propriedades dinâmicas podem ser muito diferentes das dos líquidos.

Margarida Telo da Gama

Departamento de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa

margarid@ophelia.cii.fc.ul.pt



Os esquemas representam uma experiência real feita com um sistema granular, que tem semelhanças mas é diferente de um líquido. Note-se a existência de correntes de convecção: os grãos – alguns estão marcados para visualização – no centro sobem enquanto nos lados descem. Os meios granulares têm desordem estrutural (estática), enquanto nos líquidos essa desordem é também dinâmica. (A figura foi extraída de P. Ball, “The Self-Made Tapestry. Pattern Formation in Nature”, OUP, 1998).

Física no Mundo

Física no Brasil: uma resenha histórica

A investigação em Física no Brasil deu os seus primeiros passos nos anos 30 com a chegada ao país de alguns físicos europeus. Nessa altura surgiram duas instituições, uma na cidade de São Paulo e outra no Rio de Janeiro. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo começou então as suas investigações em Física Nuclear e em Física das Partículas, assim como o Instituto Nacional de Tecnologia do Rio de Janeiro em Física do Estado Sólido.

O projecto sistemático de desenvolvimento da Física brasileira conheceu um grande desenvolvimento em 1949 graças à criação do Centro Brasileiro de Investigação em Física (CBIF). Foram ali organizadas conferências e cursos, enquanto cientistas estrangeiros eram convidados a participar nas actividades de investigação. Possibilidades quase inexistentes até então foram oferecidas aos jovens cientistas brasileiros para se instalarem no seu próprio país. O ensino de Física no Brasil beneficiou muito com todo este processo. Um outro passo importante foi dado em 1951 com a criação do Conselho Nacional de Investigação Científica.

Nos anos 60, a grande maioria dos trabalhos de investigação em Física no Brasil, tanto experimentais como teóricos, concentravam-se ainda no domínio da Física Nuclear e da Física de Partículas. A Universidade de São Paulo, por exemplo, possuía dois aceleradores, um Betatron e um Van de Graaff. Mas poucos eram os físicos que trabalhavam em Física do Estado Sólido. É apenas com a criação de novas agências de apoio à investigação (BNDES e CAPES) que os cursos concedendo diplomas de Mestrado e Doutorado são estabelecidos ao nível das universidades e centros de investigação do Brasil.

Graças ao apoio do Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico, nos anos 70, os grupos de investigação no Brasil consolidaram-se, em particular no campo da Física. Isso marca o período de expansão da Física da Matéria Condensada no Brasil, que hoje abrange mais de metade dos físicos brasileiros. Apesar da diminuição de fundos federais para a investigação no decorrer dos anos 80, a Física continuou a desenvolver-se em quantidade e qualidade, principalmente no Estado de São Paulo. Neste Estado, uma agência de apoio à investigação aumentou a sua contribuição, compensando assim a diminuição de recursos do governo federal.

Actualmente, quase toda a investigação em Física é realizada nas universidades públicas (à volta de 35) e em quatro instituições nacionais de investigação. O número de físicos doutorados é de cerca de 2400, mas menos de dois por cento deles trabalham na indústria. Com efeito, os investimentos e a procura do sector industrial não acompanharam as políticas de desenvolvimento de recursos humanos e de investigação em Física. O quadro que se segue faz um apanhado da situação existente nos últimos anos.

Possuímos actualmente 25 instituições que concedem diplomas de estudos avançados em Física, dos quais 17 se dedicam ao doutoramento. Estes programas recebem vários estudantes estrangeiros, provenientes principalmente da América Latina. Além disso, é possível aos estudantes brasileiros efectuarem uma parte do seu trabalho de investigação no estrangeiro.

Humberto S. Brandi

Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro
(Presidente da Sociedade Brasileira de Física)

hsb@if.ufrj.br



Brasil	1999	1997	1995	1990	1985
Físicos com doutoramento	2400	2000	1750	1200	900
Teses de doutoramento	160	120	110	80	50
Teses de mestrado	260	250	230	150	150
Publicações	2500	2100	1900	1300	750
Cursos de graduação	37	30	25	22	19

Sociedade Brasileira de Física



A Sociedade Brasileira de Física (SBF) é um organismo não governamental de interesse público que tem como objectivo a promoção da investigação científica e a educação da Física, assim como a difusão do conhecimento em Física. Com esse objectivo, a SBF organiza encontros científicos e é responsável pela edição de várias publicações periódicas. Distribui aos seus 6000 membros um boletim mensal e uma publicação electrónica diária. A SBF mantém cooperação com as sociedades científicas estrangeiras e é membro de associações científicas internacionais.

A direcção executiva da SBF é eleita pelos seus membros para mandatos bi-anuais. Possui também um conselho deliberativo composto por 10 membros com um mandato de quatro anos. Um comité de admissão, um comité editorial e um comité de encontros científicos dão assistência à direcção executiva.

A SBF publica três jornais:

- “Brazilian Journal of Physics” (trimestral) que publica resultados de investigação original experimental e teórica.
- “Revista Brasileira de Física Aplicada e Instrumentação” (trimestral), que publica resultados da investigação em Física Aplicada e do desenvolvimento da Instrumentação em Física.
- “Revista Brasileira de Ensino de Física”, destinada aos professores de Física.

O congresso anual da SBF realiza-se em simultâneo com o congresso da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, mas em região diferente do país. No decorrer dessas reuniões é discutida a política científica e a divulgação da Física. Com este fim são dados cursos a professores de escolas secundárias e a estudantes universitários.

Realizam-se anualmente conferências especializadas em Física da Matéria Condensada (participação média de 1000 pessoas), Física Nuclear (150 participantes), Física das Partículas e Campos (300 pessoas) e Física dos Plasmas (80 pessoas). Um número importante de trabalhos, equivalente ao número de participantes, é igualmente apresentado nessas conferências.

A SBF realiza ainda, de dois em dois anos, um Simpósio Nacional para o Ensino da Física com a participação de mais de oito centenas de professores secundários e universitários. A SBF é ainda responsável pela organização de diversas Escolas de Verão e de Inverno de Mestrado e Doutoramento na Escola Jorge André Swieca.

A comunidade dos físicos é uma das mais activas do Brasil, onde desempenha um papel importante no desenvolvimento da ciência no país. Contribuiu para estabelecer um elevado nível de ensino e de investigação em geral, com uma notória participação junto das agências governamentais e do Congresso Nacional.

Humberto S. Brandi



Notícias mais importantes em 1999

A Física domina o “top ten” das notícias do ano da revista norte-americana “Science”, não obstante a forte concorrência da Biologia. Cinco descobertas em Física (incluindo nesta a Astronomia) entraram na lista da revista “Science” do ano de 1999:

- Gases de Fermi degenerados;
- Evidência adicional em favor da geometria plana do universo;
- Dois tipos de jactos de raios gama;
- Cristais fotônicos;
- Primeira confirmação independente dos planetas extra-solares.

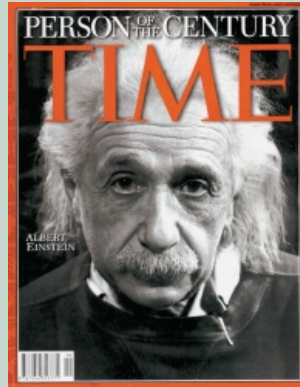
O “prémio limão” do ano foi dado à NASA por ter perdido o “Mars Climate Orbiter” devido a uma mistura de unidades métricas e britânicas. Poder-se-ia acrescentar a perda mais recente da sonda “Mars Polar Explorer” por razões ainda desconhecidas...

Nos “Physics News Update”, serviço de notícias de Física na Internet da Sociedade Americana de Física, os artigos mais importantes de 1999 seleccionados pelos editores foram os seguintes:

- “Desembarque” preliminar na ilha nuclear de estabilidade com a descoberta dos elementos 114, 116 e 118;
- Redução dramática da velocidade da luz para velocidades próximas da de um automóvel em condensados de Bose-Einstein e em gases;
- Obtenção de um gás de Fermi degenerado, uma nuvem de átomos fermiônicos de tal modo “congelados” que o princípio de exclusão inflaciona o tamanho da nuvem relativamente a uma nuvem comparável de átomos bosónicos;
- Fusão em cima de uma mesa realizada com lasers potentes;
- Observação directa de violação CP no decaimento de mesões K no Fermilab e no CERN;
- Observações não-destrutivas de fótons;
- Passagem de planetas extrasolares por uma estrela e outras observações planetárias;

“Top Ten” dos físicos

De acordo com um inquérito realizado junto de cientistas pela revista britânica “Physics World”, publicada pelo Institute of Physics, a classificação dos físicos ao longo de toda a história é a seguinte:



1. Albert Einstein
2. Isaac Newton
3. James Clerk Maxwell
4. Niels Bohr
5. Werner Heisenberg
6. Galileu Galilei
7. Richard Feynman
8. Paul Dirac
9. Erwin Schroedinger
10. Ernest Rutherford.

Einstein foi também escolhido pela revista norte-americana “Time” para pessoa do milénio e pelo semanário português “Expresso” para figura do século.

Ainda segundo o inquérito da “Physics World”, as mais importantes descobertas em Física foram as teorias da relatividade de Einstein, a mecânica de Newton e a mecânica quântica.

A maior parte dos físicos inquiridos não acredita que o progresso na construção de teorias de campo unificadas signifique o fim da Física. Segundo eles, os 10 maiores problemas por resolver em Física são:

- gravidade quântica;
- compreensão do núcleo atómico;
- energia de fusão;
- mudanças climáticas;
- turbulência;
- materiais de vidro;
- supercondutividade a alta temperatura;
- magnetismo solar;
- complexidade;
- consciência humana.

(Physics World, Dez/99)

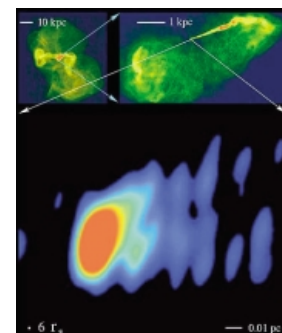
- Entrelaçamento de três fótons;
- Medição da frequência da luz visível com uma precisão de 120 partes em mil milhões;
- Obediência da auto-energia gravitacional ao princípio da equivalência.

milhões de anos luz da Terra. Presumivelmente, o jacto provém de um disco de acreção que rodeia um buraco negro supermassivo.

Um rastreio por ondas de rádio desta mancha no céu não tinha poder de

Jactos de rádio num buraco negro

Os buracos negros não estão propriamente imóveis no espaço a “comer” estrelas. Também dão origem a grandes plumas de material emissor de luz e estas correntes colimadas podem estender-se por centenas de milhares de anos-luz. Um exemplo dos mais próximos de nós encontra-se no coração da galáxia M87, a cerca de 50



resolução suficiente para observar precisamente o lugar onde os jactos começam. Mas agora, tirando partido do alto poder de captação do “Very

Long Baseline Array” (VLBA), do “Very Large Array” (VLA) e de telescópios na Itália, Suécia, Finlândia, Alemanha e Espanha, astrónomos localizaram a origem dos jactos a menos de um décimo de ano-luz do sítio do buraco negro. A imagem resultante (ver figura) mostra que a abertura inicial do jacto é de 60°, a maior alguma vez observada para um jacto, embora este fique muito mais focado (6°) a juzante.

(Junor *et al.*, Nature, 28/Out/99)

Planetas extra-solares

A sombra de um planeta a passar diante de uma estrela distante foi detectada, pela primeira vez, pelos cientistas Geoffrey Marcy (Universidade da Califórnia/Berkeley, EUA) e Paul Butler (Carnegie Institution,

Washington), já veteranos na descoberta de planetas, em conjunto com Greg Henry (Universidade do Estado de Tennessee). As observações indirectas anteriores de planetas extra-solares baseavam-se em pequenos desvios da posição aparente das estrelas causados pela atracção gravitacional de um ou mais planetas em órbita à volta dela. Mas os astrónomos pensaram que, de entre a amostra cada vez maior desses planetas (cerca de 30 até agora), uns poucos (cujas órbitas seriam vistas na Terra sobre a estrela) poderiam ser detectados directamente quando passassem em frente da estrela. Um desses candidatos foi o HD 209458. A previsão para uma passagem planetária para a noite de 7 de Novembro de 1999 revelou-se exacta, tendo-se observado um escurecimento de 1,7 por cento da luz da estrela. Também Andrew Cameron, da

Universidade de St Andrews, e seus colegas, afirmaram ter visto luz reflectida directamente por um planeta que orbita a estrela Tau Bootis (Nature 402, 751). Este planeta – descoberto em 1997 – é 8 vezes maior em massa e 1,8 vezes maior em tamanho que Júpiter, possuindo uma cor azul-esverdeada. Tau Bootis está a 50 anos-luz da Terra.

Em Novembro de 1999 foram anunciados seis novos planetas que, na sua maioria, têm a particularidade de se situarem na chamada “zona habitável” do sistema planetário, uma zona onde pode existir água líquida. Um dos novos planetas foi descoberto por Nuno Santos, estudante português de pós-graduação na Universidade de Genebra, Suíça.



Os planetas do sistema solar já não são os únicos!

Lançamento do XMM

O maior telescópio de raios X jamais construído (maior que o Chandra da NASA) foi lançado pela Agência Espacial Europeia (ESA). A 10 de Dezembro de 1999, o Telescópio Europeu XMM, que custou 690 milhões de euros, partiu a bordo do foguete Ariane 5 da base espacial da Guiana Francesa. XMM é o observatório de ciência mais complexo e caro da ESA.

Depois de ficar em órbita, o XMM foi colocado num modo de “stand by” até depois do Ano Novo. Os astrónomos estavam preocupados que “bugs” computacionais no equipamento de comunicações pudessem prejudicar o funcionamento do satélite se este fosse activado antes do ano 2000. O telescópio ficará totalmente operacional em Março próximo.

Análise de isótopos

A busca de fracções de isótopos muito pequenas numa amostra de átomos usando uma ratoeira magneto-óptica pode em breve ser preferível à espectrometria de massa num acelerador – na qual os átomos são aquecidos, acelerados e enviados através de um ímã muito forte, que separa os átomos pela massa – para certos objectivos de radiodactação. Para demonstrar esta ideia, físicos no laboratório de Argonne (EUA) detectaram vestígios de cripton-85 (com uma abundância de apenas 10^{-11}) e cripton-81 (abundância de 10^{-13}) numa ratoeira atómica com uma eficiência de 1 parte em 10^7 . A espectrometria de massa num acelerador, que obviamente requer um acelerador, tem hoje uma eficiência de contagem de uma parte em 10^5 . A medição de átomos de cripton-85 é importante uma vez que eles são produzidos principalmente em estações de reprocessamento de combustível nuclear e (desde os anos 50) são usados como traçadores de correntes atmosféricas e oceânicas. O cripton-81, pelo contrário, é produzido em chuviscos de raios cósmicos na alta atmosfera e – por ter uma semivida 40 vezes maior do que a do C-14 – é preferível à datação por carbono para estabelecer a antiguidade de amostras com milhões de anos de gelo e de água do solo.

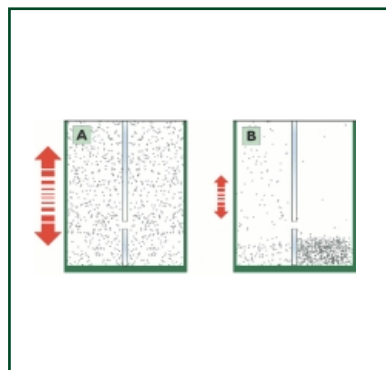
(Chen *et al.*, Science, 5/Nov/99)

Demónio de Maxwell com areia

A segunda lei da Termodinâmica diz que dentro de um sistema isolado o calor não pode, sem mais, passar de um sítio mais frio para um sítio mais quente. Ao reflectir sobre este assunto, James Clerk Maxwell, um dos pioneiros da Física Estatística, concebeu uma experiência mental: não poderá uma criatura microscópica inteligente, colocada num buraco de um tabique

entre dois compartimentos iguais de uma caixa, separar as moléculas de modo que as moléculas mais quentes (isto é, mais rápidas) sejam direccionadas para um lado enquanto as moléculas mais frias (mais lentas) sejam direccionadas para o outro?

O demónio de Maxwell, como ficou chamado o agente separador, precisaria ele próprio de energia para operar e, por isso, a separação do quente e do frio não pode ser efectuada tal como foi anunciada. No entanto, numa experiência realizada por Jens Eggers na Universidade de Essen (Alemanha), na qual agitou areia num recipiente com dois lados (estando as duas metades conectadas por um buraco),



a areia “quente” – que se move mais rapidamente – passou para um lado, enquanto a areia “fria” condensou espontaneamente agregando-se no outro lado (ver figura).

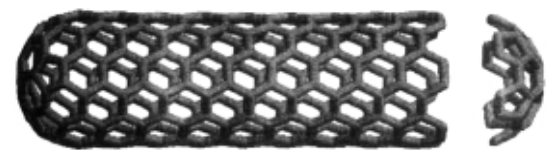
Jens Eggers explicou que a segunda lei não foi violada uma vez que, embora a areia em movimento possa ser considerada um gás, os grãos individuais podem absorver e dissipar calor (isto é, os grãos individuais têm temperatura própria), ao contrário das moléculas do gás ideal descrito por Maxwell. Assim, quando os grãos de areia começam a juntar-se num dos lados (a segregação começa com uma quebra espontânea de simetria) mais e mais grãos cairão para o fundo do recipiente (onde os grãos são mais densos, há mais colisões e, portanto, o arrefecimento é mais rápido, conduzindo a maior agregação), ao passo que os outros grãos, não

agregados, tenderão a permanecer do outro lado, ainda na forma “gasosa”.

(J. Eggers, Physical Review Letters, 20/Dez/99)

Armazenamento de hidrogénio em nanotubos

O hidrogénio é um combustível potente: combinado com oxigénio pode



fornecer energia a naves espaciais para ir à Lua, por exemplo. No entanto, o armazenamento de uma substância tão perigosa é um problema difícil.

Físicos do Massachusetts Institute of Technology (MIT, Boston, EUA) conseguiram encher de hidrogénio nanotubos de carbono. De facto, já antes se tinha conseguido meter uma “salsicha” de hidrogénio numa casca de carbono, mas as experiências do MIT são as primeiras a obter com segurança um grande enchimento de hidrogénio (um átomo de hidrogénio para cada dois de carbono) à temperatura ambiente. E, tal qual um boneco que salta de uma caixa, os átomos de hidrogénio saltam dos tubos (80 por cento pelo menos) quando a pressão de empacotamento é aliviada.

(Liu *et al.*, Science, 5/Nov/99)

Oxigénio vermelho



A fase vermelha do oxigénio deve o seu nome ao facto de esta forma de oxigénio sólido, formada por moléculas de oxigénio, ter uma

cor bem vermelha, ficando ainda mais vermelha quando se aumenta a pressão. A fase vermelha tem sido estudada em pormenor por físicos italianos e os seus resultados sugerem que a pressões acima de 10 GPa duas moléculas O_2 se combinam para dar uma molécula O_4 . A pressão é necessária para alterar (por força bruta) as ligações químicas que existem dentro do sólido molecular. Registando as propriedades de vibração de sólidos de oxigénio a pressões até 63 GPa, Roberto Bini e os seus colegas no European Laboratory for Nonlinear Spectroscopy (Florença) concluíram que o processo onde moléculas de O_2 formam unidades de O_4 poderia ser uma espécie de prelúdio para a transformação do oxigénio primeiro em cadeias mais longas (polímeros) e depois num metal (o oxigénio na forma de metal supercondutor foi descrito em Shimizu *et al.*, Nature, 25, Jun/98).

(Ver Gorelli *et al.*, Physical Review Letters, 15, Nov/99)

Pulseira de ouro

As pulseiras de ouro são preciosas não apenas em joalheria mas também pelas suas propriedades atómicas. Apontando um microscópio de varrimento (STM) a uma superfície de ouro e depois despegando a ponta, pode ser produzida uma cadeia de vários átomos de ouro (até sete). A intensidade da ligação entre os átomos na cadeia é pelo menos metade da que existe entre átomos de ouro no sólido e, por isso, a cadeia é estável, embora pouco.



Microscopia por transmissão electrónica (TEM) produz imagens das cadeias que parecem indicar que os átomos estão separados por 4 a 5 angstroms, mas outras medidas, como testes de condutividade, im-

plicam que esse intervalo é mais ou menos 3 angstroms. Então, o que se passa com os átomos? Este enigma foi resolvido por um grupo de cientistas de vários laboratórios espanhóis (e um grupo da Universidade de Illinois, EUA), cujas simulações computacionais sugerem que os átomos não estão em linha recta mas sim em zigue-zague (espaçados por cerca de 2,5 angstroms) e, mais ainda, que a cadeia deve rodar em torno do seu eixo maior (ver figura; uma animação está em <http://www.aip.org/physnews/graphics>).

As imagens TEM seriam então explicadas por capturarem apenas uma posição média (enganadora) para os átomos de ouro. O conhecimento das posições dos átomos de ouro e do seu comportamento é importante para os físicos e engenheiros que desenvolvem circuitos com nanofios.

(Sanchez-Portal *et al.*, Physical Review Letters, 8, Nov/99)

Formação de professores

Realiza-se de 27 de Agosto a 1 de Setembro de 2000 em Barcelona (Espanha) a XVIII edição da Conferência Internacional do “Groupe Internationale de Recherche sur l’Enseignement de la Physique” (GIREP). O título do encontro é “A Formação de Professores para além do ano 2000”, estando contemplados os tópicos “Novos conteúdos para uma nova concepção do Ensino da Física”, “Melhorando a Formação dos Professores de Física” e “Novos métodos e Ferramentas para a Educação em Física”.

Para mais informações ver <http://www.blues/uab.es/phyteb/www:physteb/announcement.html>.

Fractais no Brasil

A Conferência IUPAP FACS 2000 – “Aspectos Fractais de Sistemas Complexos” – vai decorrer de 16 a 20 de Outubro de 2000 na cidade brasileira de Maceió. A organização é presidida pelo Dr. M. L. Lyra e o evento tem lugar no Departamento de Física da Universidade Federal de Alagoas. Tópicos a tratar são mecanismos da complexidade, vida artificial, autómatos celulares, caos, controlo e teorias da informação, redes neuronais, fractais, dinâmica não linear, etc. Para mais informações consultar <http://facs2000.fis.ufal.br>.

Convite aos leitores

Muitos das notícias publicadas pela “Gazeta” são seleccionadas de “Physics News Update”, da Sociedade Americana de Física (editado por Phillip F. Schewe e Ben Stein), e de “Physics Web”, do Institute of Physics britânico, por vezes sujeitos a adaptação redactorial. Os dois serviços de notícias estão acessíveis na Internet. A revista está aberta a todas as sugestões sobre notícias que os leitores queiram apresentar.

Sociedade Portuguesa de Física comemorou 25 anos

Um encontro de dois dias nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian assinalou, no passado mês de Novembro, o 25º aniversário da Sociedade Portuguesa de Física (SPF).

A reunião contou com os patrocínios da Fundação para a Ciência e a Tecnologia e da Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, além da própria Fundação Gulbenkian, e registou uma afluência significativa de sócios.

Os últimos 25 anos da Física em Portugal, o presente e o futuro da Física no nosso país, a Física no limiar do terceiro milénio, o ensino da Física, a Física nas Ciências da Saúde, a empregabilidade dos físicos: a dimensão, magnitude e actualidade dos temas que preencheram o programa do encontro comemorativo dos 25 anos da SPF, nos passados dias 26 e 27 de Novembro nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, alimentariam seguramente muitos dias de debate e dariam conteúdo para um livro com várias centenas de páginas.

O que se pretende dizer com isto é que os organizadores do encontro colocaram deliberadamente a fasquia a um nível muito elevado, procurando com esta iniciativa lançar no seio da classe as primeiras sementes de uma reflexão, estudo e questionamento do que é a condição dos físicos – nas diversas vertentes em que a sua actividade se exprime, da docência à investigação, passando por outros rumos profissionais – hoje em Portugal. Encontros como este são momentos de festa, pois não é todos os dias que uma sociedade científica comemora um quarto de século de existência. Daí que o convívio e confraternização entre os participantes tenham ocupado, dentro e fora das sessões, um espaço importante durante os dois dias do encontro (assinale-se o jantar no Hotel Mundial). Mas se esta vertente é sempre parte integrante e inseparável de eventos comemorativos, mais im-



portantes e significativos se mostram os tempos de intervenção e debate.

Mariano Gago, Ministro da Ciência e Tecnologia – ele próprio um físico, como lembrou – encerrou os trabalhos com uma intervenção em que situou o lugar da comunidade científica no quadro europeu, em seu entender secundário e com pouca capacidade de influência das decisões. Por isso, lançou o desafio à SPF e aos seus membros para que apresentem propostas, promovam iniciativas, organizem estruturas de pressão que façam valer os pontos de vista e as perspectivas dos cientistas e investigadores.

Degenerescência das escolas

Bragança Gil e Moreira Araújo, professores respectivamente das universidades de Lisboa e Porto, tiveram a seu cargo o papel de evocar os últimos 25 anos da Física em Portugal. Fizeram-no com afecto e rigor.

O tema do presente e do futuro da Física em Portugal teve como dinamizadores os jovens Ana Henriques (CERN), Fernando Nogueira (Universidade de Coimbra), José Ferreira Mendes (Universidade do Porto), Leonel Marques (Universidade de Aveiro), Nuno Peres (Universidade de Évora) e Pedro Ferreira (Universidade de Oxford).

A apresentação do que é a Física no limiar do terceiro milénio esteve a cargo de três convidados estrangeiros: Denis Weaire (Trinity College, Dublin),

Michael Berry (Universidade de Bristol) e Michael S. Turner (Universidade de Chicago), que falaram respectivamente sobre espumas, enigmas da Física e cosmologia.

Três painéis ocuparam-se de grandes temas que hoje preocupam os físicos – o ensino da Física nos ensinamentos básico e secundário, a Física nas Ciências da Saúde e a empregabilidade dos físicos. Os dois primeiros têm repercussão nesta “Gazeta” (ver carta de Ana Arriaga e entrevista com Manuel Paiva) e a eles voltaremos. Falemos, em mais pormenor, do terceiro.

O questionamento do que são e para que servem os físicos atravessou as intervenções de todos os participantes neste último painel. Coube ao engenheiro Lourenço e Castro, da Cabelte, abrir as “hostilidades”, afirmando que quase metade dos 19 engenheiros existentes na sua empresa poderiam ser substituídos, sem desvantagem para a sua empresa, por físicos. Sublinharia ainda a necessidade de o sistema de ensino formar professores, técnicos e quadros especializados que possam servir, depois, as empresas. O grande problema, acrescentou, é o “incesto da vida académica”, com as escolas a terem os seus “tiques e idiossincrasias” que provocam uma “degenerescência das escolas”. Por isso, sustentou, “é necessário fazer ‘cruzamentos’ para melhorar o património genético das escolas”.

Lourenço e Castro manifestou-se convicto de que as empresas querem bons profissionais, que têm de ser antes disso bons alunos. O problema é que “os bons alunos vão para os cursos que lhes garantam uma sobrevivência e carreira segura”: “É preciso dar a volta a este círculo vicioso”, concluiu Lourenço e Castro, para quem a “escola é quem melhor pode definir e balizar os seu próprio caminho”.



“Os físicos vão sendo necessários à medida que as empresas se vão desenvolvendo”, afirmou por seu turno o engenheiro Dias Miranda, do Instituto da Soldadura e Qualidade. Citou também o caso da sua empresa, onde há sete licenciados em Física, mas que poderiam ser muito mais porque “uma boa parte dos nossos projectos dizem respeito às suas qualificações”.

Físicos servem para pouco?

Aquele participante situou igualmente o problema das escolas, que “não são suficientemente sedutoras para atrair os alunos”. A qualidade das escolas e das pessoas que ali leccionam é “fundamental para a formação e visibilidade dos físicos”, mas a verdade é que “não há pedidos de emprego de físicos”, o que coloca em primeiro plano a “importância de as escolas mostrarem aquela visibilidade” e, além disso, “estimulem nos alunos a criação das suas próprias empresas”. Dias Miranda terminou a sua intervenção afirmando que as saídas profissionais não se resumem “ao Estado ou em lugares noutras empresas, onde os físicos acabam a trabalhar por conta de outrem”.

As considerações e afirmações mais polémicas surgiriam na intervenção de José Salcedo (Efacec), na linha, aliás, do artigo de opinião que publicou na “Gazeta de Física” (Abril-Junho deste ano). Feitas as contas aos 2000 trabalhadores do grupo Efacec, José Salcedo identificou 600 engenheiros electrotécnicos, dos quais metade poderiam ser substituídos por físicos “com vantagem”. E, contudo, não é assim. Porquê? “Porque os físicos na indústria, em Portugal, servem para muito pouco”, afirmaria aquele professor universitário, para quem “as empresas não podem ser consideradas lugares de emprego, mas como oportunidades de trabalho”. No entanto, para que isso assim seja, sublinhou José Salcedo, é necessário que as universidades “formem jovens libertos dos seus formadores e que ousem pen-

sar por si próprios, capazes de aplicar ferramentas na criação das suas próprias oportunidades de trabalho”. Ora, a conclusão natural é que a realidade não é essa, com os problemas e dificuldades que facilmente se adivinham para quem se prepara para entrar no mercado de trabalho.

O encontro comemorativo dos 25 anos da SPF terminou com a assinatura de um protocolo de cooperação da SPF com a Real Sociedade Espanhola de Física e a Sociedade Brasileira de Física, subscritos por José Dias Urbano (SPF), Gerardo Barrio (Espanha) e Humberto Brandi, presidentes das três sociedades científicas (ver caixa).

Carlos Pessoa

gazeta@malaposta.fis.uc.pt

Acordo de Cooperação

Considerando:

1 – As excelentes relações culturais bilaterais existentes entre Portugal, Brasil e Espanha e o interesse em as fortalecer,

2 – O acordo de cooperação, assinado em 18 de Setembro de 1992, entre a Real Sociedade Espanhola de Física e a Sociedade Portuguesa de Física e

3 – O interesse em fomentar as relações de cooperação no domínio da Ciência e em particular da Física no âmbito do espaço Ibero-Americano,

A Real Sociedade Espanhola de Física, A Sociedade Brasileira de Física e a Sociedade Portuguesa de Física, aqui representadas pelos seus Presidentes, estabelecem entre si um acordo de cooperação que se rege pelos seguintes princípios:

1º – a) Cada uma das Sociedades reconhece aos sócios das outras o

direito de participar em todas as suas actividades nas mesmas condições que os seus próprios sócios.

b) Para o exercício do direito conferido na alínea anterior basta a simples prova da qualidade de sócio de uma das três Sociedades.

2º – Cada uma das Sociedades compromete-se a manter consultas regulares com as outras com vista a facilitar a obtenção de posições comuns no âmbito dos vários organismos internacionais em que participam, nomeadamente no âmbito da IUPAP, International Union of Pure and Applied Physics e da Federação Ibero-Americana das Sociedades de Física.

3º – Cada uma das Sociedades compromete-se a apoiar a realização conjunta de reuniões científicas e profissionais de âmbito Ibérico e Ibero-Americano.

Lisboa, 27 de Novembro de 1999.

A Secção “Olimpíadas de Física” é coordenada por Manuel Fiolhais e José António Paixão. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelos telefones 239-410615, 239-410645, fax 239-829158, “e-mails” tmanuel@teor.fis.uc.pt ou jap@pollux.fis.uc.pt.



Entregue relatório de 98/99

Foram entregues nos Ministérios da Educação e da Ciência e da Tecnologia, em Outubro passado, os relatórios de actividades e de contas relativos às Olimpíadas Nacionais e Internacionais do passado ano lectivo. A principal novidade nas actividades olímpicas planeadas para o ano 2000 está relacionada com a primeira participação regular de Portugal na Olimpíada Ibero-Americana.

Calendário das Olimpíadas para 1999/2000

As provas regionais das Olimpíadas de Física de 1999/2000 terão lugar no dia

13 de Maio de 2000 simultaneamente em Lisboa, Coimbra e Porto. As provas nacionais, a cargo da Delegação Regional do Norte da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), decorrerão no Porto nos dias 16 e 17 de Junho de 2000.

A XXXI IPhO decorrerá em Leicester (Reino Unido) de 8 a 16 de Julho de 2000. A Olimpíada Ibero-Americana decorrerá em Jaca (Espanha) de 14 a 21 de Setembro de 2000.

O cartaz promocional das Olimpíadas de Física, reproduzido nesta página, é da autoria do Arquitecto José Carlos Cantante.

Alteração ao Regulamento

Procedeu-se a pequenas alterações ao Regulamento das Olimpíadas de Física, tendo em conta a participação de estudantes portugueses na Olimpíada Ibero-Americana. O ponto III (ver a anterior versão do Regulamento na Gazeta de Física, fasc. 4, vol. 21, 1998) passa a ter a seguinte redacção:

“Aos doze a quinze alunos melhor classificados no escalão B das Olimpíadas Nacionais será, no ano lectivo seguinte, ministrada uma preparação especial englobando as matérias constantes do programa da IPhO, com particular ênfase nos temas não incluídos no ensino secundário. É condição obrigatória a frequência de Física no 12º ano. A Comissão Nacional das Olimpíadas definirá os moldes em que decorre a preparação bem como as provas de apuramento dos cinco estudantes que participarão na IPhO e dos quatro que participarão nas Olimpíadas Ibero-Americanas. Este apuramento será efectuado durante o mês de Maio. A título excepcional, a Comissão Nacional das Olimpíadas poderá admitir à prova de selecção final outros alunos do 12º ano que demonstrem elevadíssima capacidade em Física”.

O novo Regulamento (com esta e outras pequenas alterações) foi enviado a todas as escolas básicas e secundárias convidadas a participar na Olimpíada 2000.

dárias convidadas a participar na Olimpíada 2000.

Publica-se na página 37 o anexo ao Regulamento relativo ao presente ano lectivo.

Provas das Olimpíadas Internacionais

XXXI IPhO — Primeiro problema teórico: absorção de radiação por um gás

Um recipiente cilíndrico, com o eixo vertical, contém um gás molecular em equilíbrio termodinâmico. A parte de cima do cilindro (pistão), que pode mover-se livremente, é de vidro. Admite-se que o gás não escapa do recipiente e que o atrito entre o pistão e a parede interna do cilindro é desprezável. Inicialmente a temperatura do gás é a temperatura ambiente; a pressão na sala onde está o cilindro tem o valor *standard* dado na tabela. O gás pode considerar-se perfeito. Considera-se ainda que as paredes do cilindro, o pistão e a base são praticamente isoladoras térmicas e de capacidade térmica desprezável, pelo que não há transferência de calor do gás para o exterior através destas paredes.

Faz-se incidir no gás através do pistão de vidro a luz proveniente de um laser de potência constante. Esta radiação, que é totalmente transmitida através do ar e do vidro, é completamente absorvida pelo gás dentro do recipiente. Por absorção da radiação neste processo, as moléculas ficam em estados excitados e desexcitam rapidamente, voltando ao estado fundamental. A energia proveniente do laser é rapidamente absorvida pelo gás.

No processo de irradiação com luz laser observa-se que o pistão de vidro sobe. Após um certo tempo de irradiação desliga-se o laser e mede-se o deslocamento do pistão.

1 — Usando os dados no fim do enunciado e, se necessário, as constantes físicas, calcular a temperatura e a

pressão do gás após a irradiação. [1 ponto]

2 – Calcular o trabalho efectuado pelo gás em consequência da absorção da energia da radiação. [1 ponto]

3 – Calcular a energia radiante absorvida durante o processo de irradiação. [2 pontos]

4 – Calcular a potência do laser que é absorvida pelo gás e o corresponde número de fótons absorvidos (que é o número de processos elementares) por unidade de tempo. [1,5 pontos]

5 – Calcular a eficiência do processo de conversão de energia do laser em energia potencial mecânica do pistão. [1 ponto]

De seguida, o eixo do cilindro é rodado lentamente de 90° de forma a colocar o cilindro na horizontal. Neste

processo as trocas de calor entre o gás e o recipiente podem ser desprezadas.

6 – Indicar se a pressão e/ou a temperatura mudam em consequência desta rotação e – se for esse o caso – indicar os novos valores de pressão e temperatura. [2,5 pontos]

Dados

Pressão ambiente: $P_0 = 101,3$ kPa

Temperatura ambiente: $T_0 = 20,0$ °C

Diâmetro interno do cilindro:

$$2r = 100 \text{ mm}$$

Massa do pistão de vidro: $m = 800$ g

Quantidade de gás no cilindro:

$$n = 0,100 \text{ mol}$$

Capacidade térmica molar a volume constante do gás: $C_V = 20,8$ J/(mol K)

Comprimento de onda do laser:

$$\lambda = 514 \text{ nm}$$

Tempo de irradiação: $\Delta t = 10,0$ s

Deslocamento do pistão no fim da irradiação: $\Delta s = 30,0$ mm

Constantes físicas e outros dados

Velocidade da luz no vazio:

$$c = 299792458 \text{ ms}^{-1}$$

Constante dos gases perfeitos:

$$R = 8,314510 \text{ J/(mol K)}$$

Constante de Planck:

$$h = 6,6260755 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Ponto de fusão da água:

$$T_g = 273,15 \text{ K}$$

Valor *standard* da aceleração da gravidade à superfície da Terra:

$$g = 9,80665 \text{ ms}^{-2}$$

Pressão normal: $p_0 = 101325$ Pa

$$\pi = 3,14159265$$

Proposta de resolução

1) A pressão no interior do recipiente é igual à soma da pressão na sala, p_0 e da pressão devida ao pistão:

$$p_i = p_0 + \frac{mg}{\pi r^2} = 101325 + \frac{0,8 \times 9,8}{3,14 \times 0,05^2} \text{ Pa}$$

Esta expressão é válida quer antes quer depois da irradiação, ou seja, a pressão mantém-se constante e igual a $p_i = 102,3$ kPa.

Pode usar-se a equação de estado dos gases perfeitos para encontrar a temperatura final do gás, $pV = nRT$. Como o processo é a pressão constante, $T_f = T_i V_f / V_i$. Como o recipiente é cilíndrico, a razão entre os volumes final e inicial é igual à razão entre as alturas inicial e final, pelo que

$$T_f = T_i \times \frac{h_i + \Delta s}{h_i}$$

O valor de h_i obtém-se a partir da equação de estado aplicada ao estado inicial:

$$h_i = \frac{V_i}{\pi r^2} = \frac{nRT_i}{\pi r^2 p_i}$$

Substituindo valores encontra-se $h_i = 0,306$ m e $T_f = 322$ K = 49 °C.

2) Como o processo é isobárico o trabalho realizado pode ser obtido

directamente a partir da expressão

$$W = \int p dV = -p \Delta V = -(mg + \pi r^2 p_0) \Delta s,$$

obtendo-se $W = -24,1$ J. Este trabalho de configuração é negativo (de acordo com a convenção da IUPAP) pois o sistema aumenta de volume.

3) Durante o processo de irradiação há variação de energia interna do sistema pois varia a sua temperatura. A variação de energia interna é

$$\Delta U = nc_v(T_f - T_i) = 0,1 \times 20,8 \times (49 - 20) = 60,3 \text{ J},$$

onde c_v é a capacidade térmica molar do gás a volume constante.

Por outro lado, da primeira lei da Termodinâmica, $\Delta U = Q + W$.

A energia radiante absorvida durante o processo é, pois,

$$Q = \Delta U - W = 60,3 - (-24,1) = 84,4 \text{ J}.$$

4) Como o laser emite com uma potência constante e toda a energia emitida pelo laser é absorvida pelo gás, a potência perdida é

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{84,4}{10} = 8,4 \text{ W}.$$

Como a energia de cada fóton é hc/λ (λ é o comprimento de onda), o número de fótons absorvidos por unidade de tempo é

$$\frac{P\lambda}{hc} = 2,2 \times 10^{19} \text{ s}^{-1}.$$

5) A eficiência do processo é expressa por

$$\eta = \frac{mg\Delta s}{Q}$$

onde o numerador é a variação da energia potencial do pistão e o denominador a energia total absorvida. Substituindo valores encontra-se $\eta = 2,8 \times 10^{-3} \approx 0,3\%$.

6) O processo é adiabático e, portanto, o estado final e o estado inicial relacionam-se através da "equação da adiabática"

$p_0 V_0^\gamma = p_f V_f^\gamma$, onde p_f e V_f são a pressão e o volume no final do processo e

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_v + R}{c_v} = 1,399 = \frac{7}{5}$$

(o gás é diatómico). Usando a equação de estado do gás perfeito e a equação da adiabática, chega-se à seguinte expressão que relaciona pressão e temperatura:

$$T_f = T_i \left(\frac{p_i}{p_f} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

No estado final a pressão é a pressão da sala, $p_f = p_0$. Usando os valores dados e os calculados para g e para p_i [ver alínea 1)] obtém-se $T_f = 321$ K = 48 °C.

Anexo ao Regulamento das Olimpíadas de Física – 1999/2000

I

1. No ano lectivo 1999/2000 as Olimpíadas Regionais decorrerão no dia 13 de Maio de 1999, em Lisboa, Porto e Coimbra. A Olimpíada Nacional, cuja organização está a cargo da Delegação Regional do Norte da SPF, decorrerá no Porto, a 16 e 17 de Junho de 2000.

2. Em 1999/2000 a Comissão Nacional das Olimpíadas é constituída por:

- Secretário-Geral da SPF, Prof. Augusto Barroso
- Secretário-Geral-Adjunto Prof. Manuel Fiolhais
- Presidente da Delegação Regional do Norte, Prof.ª Fátima Pinheiro
- Presidente da Delegação Regional do Centro, Prof. Rui Marques
- Presidente da Delegação Regional do Sul e Ilhas, Prof. Paulo Crawford
- Representante da Divisão Técnica de Educação, Dr.ª Graça Ventura
- Prof.ª Ana Eiró (Dep. Física, FCUL)
- Prof. José António Paixão (Dep Física, FCTUC)
- Prof. Fernando Nogueira (Dep. Física, FCTUC).

3. Aos alunos apurados no escalão B será ministrada uma preparação suplementar em 2000/2001 com vista à participação na IPhO'2001, que se realizará em Julho de 2001 na Turquia e à participação na Olimpíada Ibero-Americana, que se realizará em Setembro de 2001 em local ainda não designado.

II

Programa das Olimpíadas Regionais e Nacionais de Física 1999/2000

- Escalão A – programas completos dos 8º e 9º anos.
- Escalão B – programas completos dos 10º e 11º anos.



Dois novos livros de Física Geral

“Física”, de Gerthsen e colaboradores – um grande livro se atendermos ao tamanho físico do volume, com 961 páginas na edição portuguesa! – é mais uma das obras inestimáveis que o Serviço de Educação da Fundação Calouste Gulbenkian consegue, por um preço muito acessível, colocar à disposição de estudantes e professores. Ambos têm desconto relativamente ao preço nominal se adquirirem a obra directamente no posto de vendas na sede da Fundação (Avenida de Berna, em Lisboa). Pode também adquiri-la por correio ou fax (o pedido por correio electrónico ainda não funciona mas fica aqui a sugestão).

É raro haver traduções de manuais científico-técnico originais alemães – normalmente as línguas de partida são o inglês ou o francês – e por isso é de louvar o trabalho, enorme (tão grande quanto o tamanho do livro) dos tradutores Anibal Armando Inocêncio e Maria Alice Inocêncio, que de resto foram há pouco recompensados com uma menção honrosa no Prémio de Tradução Científica União Latina, que é apoiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Já iremos à tradução mas, primeiro, falemos do original. Na Alemanha o “Gerthsen” (é assim que se chama, uma vez que o livro é em grande parte da autoria de Christian Gerthsen, professor de Física primeiro na Universidade de Berlim e depois na Universidade Técnica de Munique) teve

FÍSICA

Marcelo Alonso
Edward J. Finn



a sua primeira edição em 1948. O facto de ter conseguido em sucessivas edições, passando pelas mãos de sucessivas gerações de estudantes, chegar até hoje fala bem das virtudes da obra original. Nos últimos anos tem sido principalmente Helmut Vogel a fazer o trabalho continuado de actualização e correcção. A edição portuguesa, a segunda (a primeira estava esgotada há muito tempo) é a tradução da 17ª, com data de 1993, mas em 1999 já existia nas livrarias alemãs a 20ª edição, da prestigiada editora Springer.

O livro é um tratado sério, rigoroso e exaustivo de Física Geral. Nota-se bem a origem do mesmo em lições de Física Experimental, pois teoria e experiência são bem interligadas. Os acrescentos de Vogel permitiram conservar o volume bem actual: louve-se em particular o capítulo 14 sobre dinâmica não linear, um assunto bem recente nos livros de Física Geral (nem costuma sequer aparecer...). Todos ou quase todos os assuntos da Física – clássica e moderna – são “corridos”.

Obra de referência útil

Como um livro de Física Geral que se preze, este tem muitos problemas que permitem o estudo independente pelos alunos, assim como a verificação da aprendizagem (a edição em apreço não apresenta, porém, soluções). Alguns desses problemas são, aliás, bem interessantes.

Um livro como o Gerthsen distingue-se bem dos modernos livros de Física

Geral, nomeadamente norte-americanos, com um conteúdo muito mais atraente e bem mais leves. São modelos destes livros americanos o Tipler e o Resnick, Halliday e Walker, por exemplo (há muitos mais). Digamos que o Gerthsen é um modelo por si próprio, colocando-se num nível de exposição um pouco acima e renunciando ao folclore excessivo na apresentação. Fica, por isso, um livro um pouco difícil para os nossos estudantes de ciência e engenharia mas — por isso mesmo — extremamente útil para referência e consulta.

Agora a tradução: damos os parabéns aos tradutores pelo prémio obtido, mas achamos que a tradução podia ainda ser melhor. Não concordamos, por exemplo, com a tradução do alemão “Impuls” por Impulso (não serão melhor as designações correntes em Portugal de quantidade de movimento ou momento linear; de resto a palavra impulso tem outros significados na Física). Assim como não concordamos que “Drehimpuls” seja traduzido por “momento de rotação” (não será melhor a expressão consagrada em Portugal de momento angular ou mesmo a de momento cinético?). E muitos outros exemplos de tradução directa, sem atender ao vocabulário corrente, poderiam ser referidos. É o caso, mais para o fim do livro, de “miões” em vez de “muões”, “força corada” em vez de “força de cor”, “electrões na depressão de potencial” em vez de “electrões no poço de potencial”, etc. Muitas frases aparecem com uma sintaxe que dificulta a leitura e não houve muito cuidado com a revisão ortográfica e da pontuação. Só nas 4 páginas dos prefácios iniciais podem ser assinaladas 16 falhas (aparecem palavras inexistentes como “onsideráveis”, “algun”, “Fluidos”, “eléctricos”, “constutivas”; logo na primeira página vem “é novo... uma introdução” em vez de “é nova... uma introdução”, e vem “formam esclarecidos” no lugar de “foram... esclarecidos”, além de aparecerem aspas que abrem e não fecham, vírgulas em sítios ilegais,

etc.) Com esta escrita, alguns problemas resultam ininteligíveis, o que é estranho para um livro didáctico.

Que pena um livro tão bom e tão útil ter pecaúhos como estes por todo o lado... Apesar disso e atendendo à relação geral preço/qualidade, vale a pena esgotar a presente edição para aparecer uma próxima devidamente corrigida.

Texto sólido e muitos exercícios

A obra de Alonso e Finn é um clássico livro de Física Geral, este de raiz anglo-saxónica, que se recomenda sem reservas. Como o anterior distingue-se bem dos livros norte-americanos mais coloridos. A tradução em português do Brasil (o que não é problema de maior para os portugueses e se compreende pois uma obra técnica destas necessita de um mercado com dimensão suficiente) é escoreita, não havendo muito a apontar. Aqui o momento linear, o momento angular, os muões e o poço de potencial vêm com os seus verdadeiros nomes (bem, os muões são “múons”, à brasileira). Foi assegurada por Maria Alice Gomes da Costa e Maria de Jesus Vaz de Carvalho, mas houve revisão técnica e científica do físico português da Universidade de Lisboa J. Félix da Costa e do físico brasileiro da Universidade de São Paulo Nelson Fiedler-Ferreira. A distribuição em Portugal é da Dinternal e assinala-se o papel nesta edição da Livraria Escolar Editora, do mesmo grupo da Dinternal, que dispõe em Lisboa (Centro Comercial Caleidoscópio, ao Campo Grande) da melhor livraria científico-técnica do país.

Alonso e Finn são conhecidos físicos e pedagogos. Têm propostas originais, por eles desenvolvidas e testadas para alguns dos problemas do ensino da Física Geral. O livro de texto é sólido, com muitos exemplos e exercícios (sim, aqui há soluções no fim). A Física Moderna aparece bem desenvolvida — há espaço para isso nas 936 páginas da obra. Face ao que ficou dito, não hesitaria em adoptar este livro num curso de Física Geral, escolhendo devidamente os capítulos que cabem no tempo

normal de leccionação. Ou melhor, a única hesitação prende-se com o facto de o nível médio dos alunos de Física — assim como de alguns cursos de Engenharia, com as excepções que são conhecidas — ser tão baixo (dada a falta de preparação, em média, dos alunos nos estudos de Física no básico e secundário) que o livro de Alonso e Finn pode representar uma exigência demasiada.

Carlos Fiolhais

carlos@teor.fis.uc.pt

“Física” (2ª edição)

C. Gerthsen, Kneser e H. Vogel
 Serviço de Educação da Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1998 (tradução da 17ª edição alemã, Springer, 1993).

“Física”

Marcelo Alonso e Edward J. Finn
 Addison Wesley, Madrid, 1999 (tradução de “Physics”, Addison Wesley Longman, Harlow, 1992).

Problema 1.8.5 de “Física”, Gerthsen, Kneser e Volker, Fundação Gulbenkian, 1999

“Polícia: Porque é que você faz isso? Estar por aí bêbedo em pleno dia? Vou levá-lo comigo!

Bêbedo: Mas porquê? Já o consegui durante um tempo suficientemente longo!

P: O que é que você conseguiu?

B: Equilibrar-me na maldita coisa!

P: Você, eu aviso-o! Sobre que coisa?

B: Na Terra! Ela anda atrás de mim, ainda por cima acelerada e por fim apanhou-me. Repare para a minha cabeça! Mostre-me como é que nestas circunstâncias se fica de pé!

P: Faça isso o dia inteiro!

B: É verdade? O meu respeito! Você devia ir para o circo! Mas por eu não ser assim tão habilidoso quer meter-me na prisão? Você é o guarda simpático, lógico mas consciente da lei. Que é que diz a isto?”



Introdução à ciência

João Caraça, originalmente físico nuclear, depois especialista em sociologia e gestão da ciência, professor no Instituto de Ciências e Sociologia do Trabalho e das Empresas e director do Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian (além de conselheiro para assuntos de ciência do Presidente da República Jorge Sampaio), é o autor de um novo e interessante livrinho da lendária colecção “Que Sais-Je?” (deve ser uma das colecções de livros mais numerosas e também mais antigas do mundo). A base do livro é o volume “O Que é a Ciência”, que surgiu em Portugal na Difusão Cultural e que agora foi traduzido em francês, embora não haja referência a esse facto. A preocupação didáctica, que preside à colecção, está bem patente no livro, que explica o que é, como se faz e para o que é que serve a ciência. O pensamento do autor, um dos nossos mais profundos conhecedores do fenómeno científico, encontra-se exposto de uma maneira clara e concisa. Em particular, o autor insiste no facto de a ciência ser parte de uma cultura partilhada pela sociedade e que, para isso, é indispensável o processo de comunicação da ciência aos cidadãos. É prestigiante para a ciência nacional ter um autor traduzido em francês (as traduções de ensaios portugueses em

francês não são numerosas...) Mas o leitor português poderá tirar melhor proveito da obra em português original, naturalmente mais acessível no mercado nacional...

Finalmente, refira-se que o livro é dedicado à memória do pai do autor, o matemático Bento de Jesus Caraça, que no seu tempo iniciou uma colecção portuguesa de certo modo aparentada à colecção “Que Sais-Je?": a saudosa Biblioteca Cosmos. Mas a nossa cultura científica não pôde no nosso século desenvolver-se como em França ou noutros países europeus. Ficámos pelo caminho, mas livros como este ajudam a recuperar do atraso.

C. F.

“Science et Communication”

João Caraça
Presse Universitaire de France, Col. “Que Sais-Je?”, nº 3502, Paris, 1999. (tradução de “O Que é a Ciência”, Difusão Cultural, Lisboa, 1997, Col. “O Que é”, nº 19)

Para entender os currículos

Os currículos portugueses de ciências costumam ser documentos difíceis de decifrar. Aparecem numa língua estranha, a que alguns chamam “eduquês” (e contra a qual o ex-ministro Marçal Grilo um dia bradou, sem consequências visíveis) e que normalmente consiste num vocabulário próprio com os seus chavões, repetições, banalidades, modismos, tudo isso organizado de uma forma que nem sempre respeita os cânones da sintaxe e que quase nunca respeita o princípio geral da escrita que deve ser a clareza e a racionalidade do pensamento subjacente.

O presente livro, da autoria de duas conhecidas especialistas em educação científica, ambas com formação em Química, pode ajudar a entender melhor os actuais currículos de ciências para o ensino básico. Apresentam-se,

em consequência de um estudo e reflexão partilhados, uma descrição e perspectivação do assunto em apreço, procurando temas enquadradores (nomeadamente na forma de expressões como “conceitos alternativos”, “ciência-tecnologia-sociedade”, etc.) Atendendo à formação das autoras, é feita uma crítica mais particular – e, de resto, bastante pertinente – a aspectos de Química do programa (são apontadas certamente algumas incoerências). Muito mais haveria a dizer por exemplo sobre os programas de Física ou de Matemática, que naturalmente não é dito.

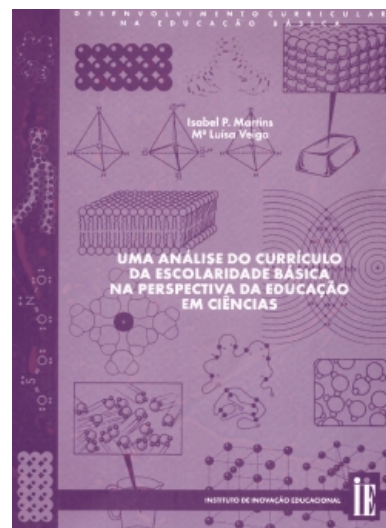
No entanto, este livro tem o problema de não fazer um grande esforço para escapar ao “eduquês” com que os programas são escritos (o que seria a única forma de apresentar uma crítica organizada e justificada). Publicado pelo Ministério da Educação, é refém da linguagem utilizada, em geral, pelo mesmo ministério, não querendo sair de um referencial linguístico naturalmente baliza o pensamento.

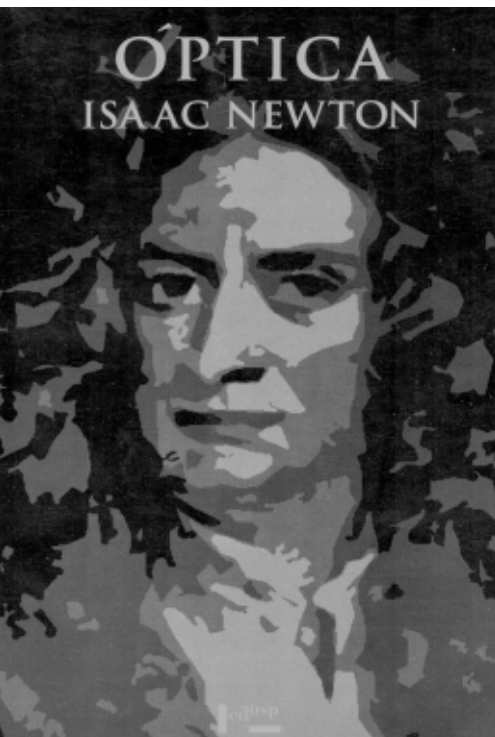
Para as pessoas que conseguem ler “eduquês”, será um livro útil. Para os outros, é um documento ainda interessante que ajuda a compreender, pelo menos no que respeita aos currículos, o ministério e as escolas. Contudo, não é ainda a análise fria e implacável que a desorganização do nosso ensino das ciências merecem.

C. F.

“Uma Análise do Currículo da Escolaridade Básica na Perspectiva da Educação em Ciências”

Isabel P. Martins e Maria Luísa Veiga
Instituto de Inovação Educacional, Lisboa, 1999.





Um clássico de Newton

O brasileiro André Torres Assis, físico da Universidade de Campinas especialista em fundamentos do Electromagnetismo, prestou um excelente serviço à cultura científica em língua portuguesa ao traduzir do inglês este livro essencial da história da ciência. Isaac Newton é o pai da Física e “Óptica” é um dos livros fundadores (o outro livro fundador é, evidentemente, “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural”, que tanto interessou recentemente o Prémio Nobel da Física Chandrasekhar, que o comentou num volume de grande erudição).

Newton foi o autor da teoria corpuscular da luz, o autor das famosas experiências da dispersão da luz em prismas, da teoria da cor, etc. Apresenta os seus trabalhos de uma forma exemplar, que ainda hoje se lê bem nesta “Óptica” (existe uma edição em língua inglesa da Dover muito barata). Este livro é também o sítio onde aparecem as famosas “Questões” (“Querries”) do autor da expressão “não finjo hipóteses”, que quer simplesmente dizer que Newton não criava suposições delirantes a partir da imaginação pura, mas se limitava a verificar e

interpretar os factos experimentais. Até agora, apenas existiam excertos deste livro em português. Ao tradutor são devidos os melhores agradecimentos pelo seu trabalho, numa edição que, ainda por cima, é graficamente bastante cuidada.

C. F.

“Óptica” – Isaac Newton
Edusp (Editora da Universidade de S. Paulo), São Paulo, 1999

Clima@Home

Seguindo o exemplo do SETI na Internet (programa de tratamento de sinais vindos do espaço, corrido por computadores de todo o mundo), físicos ingleses propuseram um programa de modelação climática que funciona com dados permanentemente disponíveis na Internet. Agora já se pode, portanto, prever o clima global da Terra no conforto do lar, ou, pelo menos, participar num esforço planetário com esse objectivo...

ver:

<http://www.climate-dynamics.rl.ac.uk/>

Obras editadas em 1999

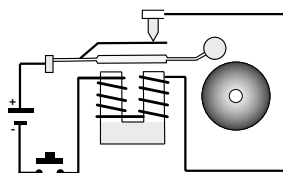
Procedemos à menção, sem prejuízo de eventuais notas críticas mais desenvolvidas a publicar posteriormente, dos livros que chegarem à redacção da “Gazeta de Física”. Agradecemos aos editores o envio das obras que forem publicando em Física e ciências relacionadas.

- “Cépticos e Crentes”, Chet Raymo, Âncora, 1999.
- “Ciência a Brincar”, Constança Providência, Helena Alberto e Carlos Fiolhais, Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física, 1999.
- “A Ciência Tal e Qual se Faz”, vários (Coord. Fernando Gil), João Sá da Costa, 1999.
- “Ciência e Sociedade”, José Manuel Canavarro, Quarteto, 1999.
- “O Guia do Astrónomo”, Carole Stott, Círculo de Leitores e Civilização, 1999
- “Íntimas Convicções”, Hubert Reeves, Instituto Piaget, 1999.
- “Perdeu-se Metade do Universo”, Jean-Pierre Petit, Instituto Piaget, 1999.
- “Que Sabemos do Universo”, Juan Pérez Mercader, Dinalivro, 1999.
- “O Quinteto de Cambridge”, John Casti Bizâncio, 1999.
- “A Revolução Científica”, Steven Shapin, Difel, 1999.



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

Problemas da Física Portuguesa e o papel da SPF

Orfeu Bertolami *



É naturalmente muito importante a celebração dos 25 anos da Sociedade Portuguesa de Física (SPF). Porém, é fundamental não se perder de vista que a maioria conquistada por esta instituição implica necessariamente uma mudança qualitativa na natureza da sua intervenção e de seus objectivos.

Penso que os próximos 25 anos da SPF poderão vir a ser os mais importantes da sua história se esta instituição assumir um papel de liderança da discussão profissional dos problemas que afligem a Física em Portugal e das suas soluções.

Para esta discussão, permito-me enumerar algumas questões para reflexão que considero relevantes:

1) É gritante que estando a Física portuguesa – que tem qualidade internacional – a ser essencialmente levada a cabo nas universidades, não exista no seio destas qualquer estímulo concreto para o seu desenvolvimento. As condições de trabalho existentes são, via de regra, más, a carga horária das actividades pedagógicas é excessiva e indiferenciada, assim como o são os salários e as condições materiais disponíveis. Ainda mais grave é o facto de não existir, na prática, uma carreira universitária na qual o sucesso científico e pedagógico impliquem promoção e aumento de direitos e responsabilidades. O sistema funciona à base do casuísmo da abertura de vagas e da arbitrariedade de critérios de avaliação dos concursos, sem ter em conta o impacto negativo que tais práticas têm na qualidade da produção e na *performance* do sistema.

2) Ainda nesta linha, parece-me fundamental que a SPF promova uma discussão aprofundada e alargada visando chegar a um conjunto de recomendações e a uma estratégia de actuação com relação à questão de reformulação do Estatuto da Carreira Docente Universitária. Parece haver um consenso no diagnóstico de que o presente estatuto é anacrónico e incompatível com a agilidade e vitalidade que o sistema universitário exige para fazer frente aos desafios da modernidade. Contudo, não me parece que haja muitos pontos comuns

nas propostas que o substituem. Na minha opinião, a introdução de mecanismos de diferenciação e progressão por mérito absoluto parecem essenciais para que o sistema não funcione somente com base no voluntarismo daqueles que estão na base da pirâmide hierárquica. Parece-me também importante a criação de mecanismos práticos para que as carreiras universitárias e de investigação sejam reciprocamente permeáveis. Também imperiosa é a necessidade de criar mecanismos para a mudança constante dos quadros e para que elementos destes possam mais facilmente transitar entre universidades diferentes.

3) A discussão e um conjunto de soluções para os problemas acima mencionados parecem essenciais para se resolver aquele que considero ser o maior desafio à Física portuguesa, nomeadamente garantir que o esforço de formação de quadros que tem sido desenvolvido até aqui tenha continuidade e seja assegurado que aqueles que têm mérito e querem entrar no sistema académico possam fazê-lo a uma taxa que não seja desestimulante para os jovens. Neste processo devem-se dar sinais claros de que a admissão ao sistema é feita com base exclusiva na qualidade. O paradoxo que vivemos no momento é que assistimos à emergência de uma nova geração com altíssimas qualificações científicas, mas que encontra grandes obstáculos para a sua incorporação no sistema, numa forma que lhe permita trabalhar em condições que sejam minimamente competitivas.

4) A necessidade de uma eficiente articulação da SPF com o Ministério da Ciência e Tecnologia e com a Fundação para a Ciência e a Tecnologia parece fundamental no lançamento de programas e na discussão de prioridades científicas nacionais. Deve ser tarefa da SPF promover a discussão para que estas prioridades se cristalizem e reflectam os legítimos anseios da comunidade científica portuguesa como um todo. Naturalmente, a discussão de prioridades cria imediatamente propostas antagónicas e mutuamente exclusivas. Contudo, é crucial que da diferença de opiniões surjam

propostas de compromisso, devendo caber à SPF a função de mediadora e promotora de consensos.

Gostaria de finalizar mencionando alguns pontos possíveis de discussão:

- a) Necessidade de uma instalação nacional de supercomputação disponível a toda a comunidade científica sem grandes restrições e obstáculos burocráticos.
- b) Necessidade de uma instalação nacional sincrotrónica de modo a integrar áreas da Física Nuclear, Física dos Materiais, etc.
- c) Necessidade de um telescópio de pequeno porte para a emergente e futuramente numerosa comunidade de astrónomos e astrofísicos.

*Departamento de Física do Instituto Superior Técnico
orfeu@cosmos.ist.utl.pt

Publicidade na

Gazeta de
Física

**Anuncie a sua instituição
ou empresa na nossa
revista**

Contacto:

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

Errata:

No fascículo 3 de 1999 da "Gazeta", na p. 24, onde está "e um antiquark s, com estranheza 1" deve ler-se "e um antiquark s, com estranheza -1".

Na notícia de abertura da p. 30 do fascículo 2 de 1999, onde se lê "pulsos" deve ler-se "impulsos" (agradecemos ao Dr. Manuel Barros esta correcção).

Uma pequena reflexão sobre uma grande preocupação

"Destruir a auto-estima dos nossos jovens é um crime", disse o Director-Geral do Ensino Secundário na recente conferência comemorativa dos 25 anos da Sociedade Portuguesa de Física.

Destruir a auto-estima dos jovens é, parafraseando Joseph Fouché, pior que um crime: é um erro.

No entanto, estou convicta, é igualmente um erro criar expectativas nos jovens acima das suas capacidades, já que esta ilusão conduz, com grande probabilidade, à frustração e, portanto, à infelicidade.

Um dos grandes objectivos do sistema educativo/formativo é ajudar o jovem a encontrar a sua vocação e o seu lugar na sociedade. Ou, em termos um pouco mais poéticos, o grande objectivo do sistema educativo/formativo é formar cidadãos felizes, solidários, responsáveis e competentes. Mas competentes segundo as suas capacidades ou, se preferirmos, de acordo com as suas competências.

Para cumprir este objectivo é necessário que o sistema educativo/formativo ajude o jovem a confrontar dificuldades, a reconhecer as suas limitações (todas as temos) para que aprenda a viver com elas e, de uma forma ou outra, as consiga ultrapassar.

É aqui que surge a minha grande preocupação. Verifico que nos ensinos básico e secundário, com a perspectiva assustadora de extensão ao ensino superior, existe, senão uma política, pelo menos uma tendência para uma enorme e excessiva facilitação, como forma, no meu entender errada, de combate ao insucesso escolar. Como consequência, não se promove o esforço individual do jovem, essencial a qualquer processo de aprendizagem, impede-se o seu treino para gerir dificuldades e prejudica-se a identificação das suas competências.

Neste sentido, diria que o actual sistema educativo/formativo, contaminado por esta vaga de facilitação, dificilmente ajuda o jovem a encontrar o seu lugar por forma a que possa ser simultaneamente feliz e útil à sociedade.

Ana Arriaga

Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
arriaga@alf3.cii.fc.ul.pt

[Texto da participação no debate sobre "Ensino da Física nos Ensinos Básico e Secundário", na Conferência comemorativa dos 25 anos da Sociedade Portuguesa de Física, 27/11/1999]