



Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

BRINCANDO COM O ASTROBLASTER

P. Patrício e J. P. Silva

ENSINO DA FÍSICA HOJE - UM MAL ENTENDIDO DE MIL MILHÕES DE EUROS

Ludwig Streit

“ENSINO DA FÍSICA TEM QUE MUDAR”

Entrevista a Martial Ducloy, físico francês
e ex-presidente da Sociedade Europeia de Física



DIRECTOR Carlos Fiolhais
DIRECTORAS ADJUNTAS Constança Providência e Lucília Brito
EDITORA Paula Alexandra Almeida

CORRESPONDENTES Paulo Crawford (Lisboa),
Joaquim Santos (Coimbra) e João Pedro Araújo (Porto)

COLABORAM AINDA NESTE NÚMERO
Fernando Nogueira, Florbela Rego, J. P. Silva, José António
Paixão, Ludwig Streit, Luís Peralta, Manuel Fiolhais, P.
Patrício, Sandra Costa.

SECRETARIADO
Maria José Couceiro (Lisboa)
e Cristina Silva (Coimbra)

DESIGN
MediaPrimer - Tecnologias e Sistemas Multimédia Lda
Rua Simões de Castro, 132, 1º Esq.
3000-387 Coimbra
E-mail info@mediaprimer.pt

PRÉ-IMPRESSÃO E IMPRESSÃO
Carvalho & Simões, Artes Gráficas, Lda
Estrada da Beira 479 / Anexo
3030-173 Coimbra

TIRAGEM 1800 exemplares

PREÇOS Número avulso 5,00 € (inclui IVA).
Assinatura anual 15,00 € (inclui IVA).
A assinatura é grátis para os sócios da SPF.

PROPRIEDADE DA SOCIEDADE PORTUGUESA
DE FÍSICA

ADMINISTRAÇÃO E REDACÇÃO
Avenida da República 37-4º 1050-187 Lisboa
Tel 217 993 665 Fax 217 952 349
E-mail secretariado@spf.pt

ISSN 0396-3561
REGISTO DGCS nº 107280 de 13.05.80
DEPÓSITO LEGAL nº 51419/91
PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL

A Gazeta da 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 as actividades da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da SPF.

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

PUBLICAÇÃO SUBSIDIADA

APOIO:
Ministério da Educação - Sistema de Incentivos à
Qualidade da Educação



ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA VAI A MEIO

Prosseguem as comemorações do Ano Internacional da Física. Em Portugal está disponível desde há algum tempo um sítio na Internet (<http://nautilus.fis.uc.pt/aif/>) com informação sobre Einstein e o Ano Internacional da Física, onde qualquer pessoa pode inserir notícias sobre as actividades que decorrem por todo o país.

As escolas básicas e secundárias têm sido das mais activas na promoção de acções dedicadas à física, nomeadamente tendo como referência Albert Einstein. Também ao nível do ensino superior têm sido várias as palestras e actividades com vista a despertar ou desenvolver o interesse dos jovens pela física. Fora das escolas há igualmente actividades diversificadas: destacam-se as exposições interactivas nos *shoppings*, as sessões de teatro sobre temas científicos e os documentários na televisão. A secção 2005 - Ano Internacional da Física dá-lhe conta de várias destas iniciativas.

Recomendamos também os artigos principais desta edição, o primeiro dos quais da autoria de **P. PATRÍCIO** e **J. P. SILVA** sobre um interessante brinquedo científico chamado *Astroblaster*. Num outro artigo, o físico-matemático alemão **LUDWIG STREIT** apresenta a sua opinião acerca da actual situação do ensino superior, centrando a sua atenção na Alemanha e em Portugal. O artigo transcreve a sua intervenção no Fórum Internacional dos Investigadores Portugueses realizado em Coimbra no ano passado.

Este número conta ainda com uma entrevista ao físico francês **MARTIAL DUCLOY**, um dos principais impulsionadores do Ano Internacional da Física, que nos revela as suas expectativas quanto a estas comemorações.

Na secção Física em Portugal, o destaque vai para o novo Centro Ciência Viva de Tavira, que merece, sem dúvida uma visita. Damos-lhe ainda conta de várias actividades nacionais na área da física que já decorreram ou irão decorrer. Na secção Física no Mundo recordamos os físicos Hans Bethe e César Lattes, recentemente falecidos, e destacamos algumas descobertas recentes, como a primeira galáxia de matéria negra.

Na secção Ensino da Física, **FLORBELA REGO** e **LUÍS PERALTA** debruçam-se sobre a física das radiações, através de um estudo que realizaram sobre a percepção que os alunos têm deste assunto.

Boas férias e óptimas leituras!

ÍNDICE

ARTIGOS

BRINCANDO COM O ASTROBLASTER 4
P. Patrício e J. P. Silva

ENSINO SUPERIOR HOJE - UM MAL ENTENDIDO DE MIL MILHÕES DE EUROS 14
Ludwig Streit

ENTREVISTA

ENSINO DA FÍSICA TEM QUE MUDAR 22
Entrevista a Martial Ducloy

NOTÍCIAS

FÍSICA NO MUNDO 26
FÍSICA EM PORTUGAL 30

SECÇÕES

ENSINO DA FÍSICA 34
OLIMPÍADAS DE FÍSICA 37
LIVROS E MULTIMÉDIA 40
2005 - ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA 44

O *Astroblaster* é um brinquedo constituído por três bolas colocadas num eixo, no qual pode deslizar uma quarta bola. Deixando o conjunto cair para o chão, a quarta bola é projectada a uma velocidade incrível. Neste artigo discutimos a física deste brinquedo e mostramos como ela nos leva desde as contas elementares até às fronteiras da investigação.

P. PATRÍCIO e J. P. SILVA
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa,
R. Conselheiro Emídio Navarro, 1
1949-014 Lisboa

patricio@cii.fc.ul.pt
jpsilva@deea.isel.ipl.pt

BRINCANDO O ASTROBLAS

Há alguns meses um dos autores (JPS) comprou o brinquedo *Astroblaster* [1] ilustrado na Fig. 1. A bola maior está rigidamente ligada a um eixo. As duas bolas seguintes podem deslocar-se ao longo desse eixo, mas apenas até uma determinada altura, não podendo sair do eixo. Por último, a bola vermelha, mais pequena, desloca-se ao longo do eixo, podendo sair deste facilmente.



Fig. 1 - O *Astroblaster*

Se se largar o conjunto com as três bolas maiores, verifica-se que ele não volta à altura inicial depois de bater no solo. Se se largar apenas a esfera vermelha, acontece o mesmo. No entanto, se se introduzir a esfera vermelha no eixo (ver fig. 1), largando o conjunto, a bola vermelha é projectada para cima a uma velocidade incrível, atingindo mais de dez vezes a altura inicial.

Neste artigo discutimos os princípios físicos subjacentes a este brinquedo. Começamos por estudar a colisão de duas partículas que se movimentam ao longo de uma linha. Este problema obedece a duas leis de conservação: da energia e do momento linear. Dadas as velocidades iniciais e as massas das partículas podemos, assim, determinar as duas velocidades finais. Pelo contrário, quando temos mais do que duas partículas a movimentar-se numa linha, o número de equações mantém-se, o número de incógnitas aumenta e o problema é indeterminado. Para prosseguir necessitamos de mais alguma informação sobre o mecanismo do choque. Neste artigo consideramos duas possibilidades. Na primeira situação supomos que o choque global é composto por uma sucessão de choques entre duas partículas que ocorrem independentemente e sequencialmente e que as colisões são elásticas. Na segunda situação apresentada continuamos a admitir que as colisões são independentes e sequenciais, mas consideramos colisões inelásticas. A discussão destas questões é acessível a alunos do ensino secundário. Pensamos mesmo que este brinquedo e a sua discussão poderão ser interessantes e cativantes a este nível de ensino. Consideramos ainda o choque entre três partículas, supondo que este envolve simultaneamente as três partículas, com interações que obedecem ao modelo de Hertz. Isto é, utilizamos o modelo de Hertz para estudar o que acontece quando as co-

lisões não são independentes e sequenciais, admitindo ainda que são elásticas. Discutimos de forma breve o efeito da gravidade e da visco-elasticidade sobre o modelo de Hertz. No final expomos algumas conclusões.

CHOQUE DE DUAS PARTÍCULAS

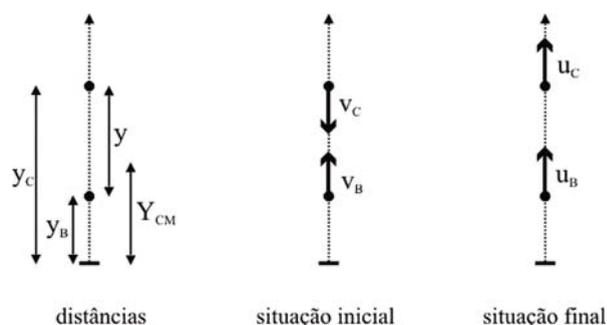


Fig. 2 - Colisão de duas partículas de massas m_B e m_C que se movimentam ao longo do eixo yy . Estão representadas ainda as coordenadas Y_{CM} (do centro de massa) e y (relativa).

Consideremos duas partículas de massas m_B e m_C que se deslocam ao longo do eixo yy , como mostra a Fig. 2. Os índices B e C referem-se à partícula que está em baixo e em cima, respectivamente.

As velocidades iniciais das partículas são v_B (para cima) e v_C (para baixo), respectivamente. Queremos saber quais as suas velocidades finais, u_B e u_C (ambas consideradas positivas para cima). Supondo que o choque é elástico, a conservação da energia e do momento linear obrigam a que

$$\frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_C v_C^2 = \frac{1}{2} m_B u_B^2 + \frac{1}{2} m_C u_C^2 \quad (1)$$

$$m_B v_B - m_C v_C = m_B u_B + m_C u_C \quad (2)$$

Resolver estas equações leva algum tempo mas é tecnicamente simples. A solução é:

$$u_B = \frac{(m_B - m_C) v_B - 2 m_C v_C}{m_B + m_C} \quad (3)$$

$$u_C = \frac{2 m_B v_B + (m_B - m_C) v_C}{m_B + m_C} \quad (4)$$

Existe uma forma alternativa de encontrar estas soluções, a partir das coordenadas do centro de massa Y_{CM} e relativa y , acessível a alunos do ensino secundário que já saibam trabalhar com derivadas. Utilizando estas coordenadas pode demonstrar-se que a velocidade relativa antes do choque é simétrica da velocidade relativa depois do choque [2].

Se o choque não for elástico, a Eq. (1), que descreve a conservação da energia, deixa de ser válida. Neste caso podemos introduzir uma grandeza fenomenológica, denominada coeficiente de restituição,

$$e = \frac{u_C - u_B}{v_B + v_C}, \quad (5)$$

que relaciona a velocidade relativa antes do choque e a velocidade relativa depois do choque. Combinando a Eq. (5) com a Eq. (2) que descreve a conservação do momento linear obtemos

$$u_B = \frac{m_B - e m_C}{m_B + m_C} v_B - \frac{m_C(1+e)}{m_B + m_C} v_C \quad (6)$$

$$u_C = \frac{m_B(1+e)}{m_B + m_C} v_B - \frac{m_C - e m_B}{m_B + m_C} v_C \quad (7)$$

As soluções (6) e (7) reduzem-se às soluções (3) e (4) quando $e=1$, isto é, quando há conservação da energia no choque.

COLISÕES INDEPENDENTES, SEQUENCIAIS E ELÁSTICAS

Vamos imaginar que largamos uma pilha de bolas, estando a bola de baixo a uma altura h_0 acima do solo. Esta pilha atingirá o solo com uma velocidade $v = \sqrt{2g h_0}$. Vamos estudar as colisões desta pilha de bolas que atinge o chão com velocidade inicial v , admitindo que cada colisão se dá instantaneamente e independentemente das restantes. Admitimos ainda que as colisões são sequenciais. Assim, começamos por considerar a colisão com o solo da esfera que está mais abaixo, deduzindo a sua velocidade final. Depois consideramos a colisão desta esfera com aquela que lhe está imediatamente acima. E assim sucessivamente...

COLISÃO COM O SOLO

A situação em que a primeira esfera, de massa m_1 , atinge o solo com velocidade $v_1=v$ pode ser obtida das Eqs. (3) e (4) tomando $v_C=v_1=v$, $v_B=0$, $m_B \rightarrow \infty$. Obtemos $u_B=0$

(isto é, o chão não se move) e $u_C=u_1=v$ (isto é, a partícula 1 volta para cima com a mesma velocidade v).

COLISÃO ENTRE A PARTÍCULA 1 E A PARTÍCULA 2

Supomos que só depois da colisão da primeira partícula com o solo se dá a colisão entre a primeira e a segunda partícula. Esta situação é novamente descrita pelas Eqs. (3) e (4), mas agora com $v_C=v$, $v_B=v$ e sub-índices $B=1$, $C=2$. Obtemos

$$u_1 = \frac{m_1 - 3m_2}{m_1 + m_2} v = \frac{1-3m}{1+m} v \quad (8)$$

$$u_2 = \frac{3m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v = \frac{3-m}{1+m} v, \quad (9)$$

onde introduzimos a grandeza adimensional

$$m = m_{21} = \frac{m_2}{m_1}, \quad (10)$$

que nos dá a massa da partícula que está por cima em unidades da massa da partícula que está por baixo. Aqui surge a primeira conclusão interessante: a partícula que está por cima não fica com uma velocidade final v , mas, pelo contrário, com velocidade final dada pela Eq. (9). Em particular, se a sua massa for muito menor do que a massa da partícula que está por baixo ($m \rightarrow 0$), então a sua velocidade final será $u_2=3v$, isto é, o triplo da velocidade inicial, atingindo assim a altura máxima (desprezando os diâmetros das esferas)

$$h_2 = \frac{u_2^2}{2g} = 9 \frac{v^2}{2g} = 9 h_0. \quad (11)$$

Concluimos que a partícula 2 subirá até atingir nove vezes a altura de onde foi largada inicialmente. Um ganho brutal! Em geral, o ganho em velocidade para esta segunda partícula é dado por

$$a = a_{21} = \frac{u_2}{v} = \frac{3-m}{1+m}, \quad (12)$$

cujo valor máximo ($a=3$) é atingido para $m=0$.

Embora a velocidade da segunda partícula depois da colisão possa ser superior, lembramos que a energia total das duas partículas se mantém constante. Isto acontece

devido a uma correspondente redução da energia cinética da primeira partícula.

COLISÃO ENTRE A PARTÍCULA 2 E A PARTÍCULA 3

Se tivermos mais partículas, basta repetir o procedimento. A partícula 3 tem velocidade v para baixo, a partícula 2 tem velocidade av para cima e, tomando $B=2$, $C=3$ nas Eqs. (3) e (4), obtemos

$$u_2 = \frac{a - (a+2)m}{1+m} v = \frac{a_{21} - (a_{21} + 2)m_{32}}{1+m_{32}} v \quad (13)$$

$$u_3 = \frac{1+2a-m}{1+m} v = \frac{1+2a_{21}-m_{32}}{1+m_{32}} v, \quad (14)$$

onde, agora, $m=m_{32}=m_3/m_2$. O ganho em velocidade para a terceira partícula é dado por

$$a = a_{32} = \frac{u_3}{v} = \frac{1+2a_{21}-m_{32}}{1+m_{32}} \quad (15)$$

amplificando o ganho a_{21} já obtido na colisão anterior. No caso em que a razão das massas entre as diferentes partículas é fixa, $m_{32}=m_{21}=m$, obtemos

$$a = a_{32} = \frac{7-2m-m^2}{(1+m)^2}, \quad (16)$$

cujo valor máximo ($a=7$) é atingido para $m=0$.

UMA LIÇÃO IMPORTANTE: A ESFERA DO MEIO É CRUCIAL

Imaginemos que temos duas esferas com massas 90 g e 10 g. Aplicando a Eq. (12) a este caso, obtemos um ganho em velocidade, $a_{21}=2,6$, a que corresponde um ganho em altura de 6,8.

Será que podemos melhorar este ganho introduzindo uma bola entre as duas? A resposta é afirmativa. Para ver isto, consideremos agora o caso $m_1=90$ g, $m_2=30$ g e $m_3=10$ g. Neste caso, $a_{21}=2$ e $a_{23}=3,5$, pelo que a bola mais leve subirá até 12,3 vezes a altura de onde foi largada inicialmente. Parece que podemos concluir que ter

uma bola pelo meio tem efectivamente o efeito de amplificar o ganho.

Mas, poderíamos estar preocupados com o facto de esse ganho poder resultar apenas de termos uma massa de 30 g + 90 g = 120 g em baixo e não de um ganho devido ao choque adicional obtido introduzindo mais uma esfera. Repetindo o exercício apenas com duas esferas de massas 120 g e 10 g obtemos $a_{21}=2,7$, pelo que o ganho em altura é de 7,3.

Assim, o efeito obtido no segundo exemplo não é dominado pelo acréscimo da massa (a_{21} passa apenas de 2,6 a 2,7 quando aumentamos a massa m_2 de 90 g para 120 g). A grande amplificação obtida no segundo exemplo é de facto dominada pelo choque adicional devido à introdução de mais uma esfera.

COLISÕES SUBSEQUENTES

Se a pilha tiver mais bolas, basta repetir o procedimento. Para cada novo choque utilizamos o ganho, a , encontrado no choque anterior e a razão, m , das massas envolvidas no novo choque, sendo as velocidades finais dadas pelas primeiras expressões das Eqs. (13) e (14). Este procedimento é seguido iterativamente.

No caso particular em que as razões entre as massas das sucessivas bolas têm o mesmo valor comum m , podemos encontrar uma expressão geral para o ganho $a_{n+1, n}$ obtido ao fim do n -ésimo choque entre duas bolas:

$$a = a_{n+1, n} = \frac{2^{n+1}}{(1+m)^n} - 1 \quad (17)$$

O valor máximo deste ganho é atingido quando $m=0$ (isto é, quando cada bola é muitíssimo mais leve do que a bola que está imediatamente por baixo dela), sendo dado por

$$a^{\max} = 2^{n+1} - 1 \quad (18)$$

O CASO DO ASTROBLASTER

O *Astroblaster* da Fig. 1 tem quatro bolas. Se a razão entre as massas das sucessivas bolas fosse muito pequena, obteríamos o ganho máximo (15 vezes) para a velocidade da bola mais pequena. Nesse caso, a bola mais leve atingiria 225 vezes a altura inicial!

As massas reais das esferas do *Astroblaster* foram medidas com precisão de 0,1g e constam da tabela 1.

Esfera a contar de baixo	Massa (g)
4ª	4,1
3ª	9,5
2ª	28,6
1ª	64,9

Tabela 1 - Massas das esferas do *Astroblaster* da Fig. 1.

Aplicando os passos discutidos anteriormente obtemos, sucessivamente, $m_{21}=0,44$, $a_{21}=1,78$, $m_{32}=0,33$, $a_{32}=3,17$, $m_{43}=0,43$ e $a_{43}=4,82$. Assim, a bola mais pequena deveria saltar até cerca de 23 vezes a altura inicial.

Na verdade, os choques não são elásticos nem instantâneos. São estas questões que passaremos agora a analisar.

COLISÕES INDEPENDENTES, SEQUENCIAIS E INELÁSTICAS

Para tratar este caso, seguimos o procedimento anteriormente descrito, utilizando agora as Eqs. (6) e (7). Na colisão da primeira partícula com o solo obtemos $u_1=e_1v$. Da colisão entre as partículas 1 e 2 resulta

$$u_1 = \frac{e_1 - (e_{21} e_1 + e_{21} + 1) m_{21}}{1 + m_{21}} v \quad (19)$$

$$u_2 = \frac{e_{21} + (e_{21} + 1) e_1 - m_{21}}{1 + m_{21}} v \quad (20)$$

Após a colisão entre as partículas 2 e 3 obtemos

$$u_2 = \frac{a_{21} - (e_{32} a_{21} + e_{32} + 1) m_{32}}{1 + m_{32}} v \quad (21)$$

$$u_3 = \frac{e_{32} + (e_{32} + 1) a_{21} - m_{32}}{1 + m_{32}} v \quad (22)$$

As Eqs. (19), (20), (21) e (22) generalizam as Eqs. (8), (9), (13) e (14), respectivamente. Para obter a velocidade u_{n+1} , resultante do choque entre as partículas $n+1$ e n , basta usar a Eq. (22), substituindo e_{32} por $e_{n+1,n}$, a_{21} por $a_{n,n-1}$ e m_{32} por $m_{n+1,n}$.

Se os sucessivos coeficientes de restituição forem todos iguais a um valor comum e e se as razões entre as massas das sucessivas bolas tiverem o mesmo valor comum (m) o ganho $a_{n+1,n}$ obtido ao fim do n -ésimo choque será dado por

$$a = a_{n+1,n} = \frac{(e+1)^{n+1}}{(1+m)^n} - 1 \quad (23)$$

cujo máximo, obtido para $m=0$, é

$$a^{\max} = (e+1)^{n+1} - 1 \quad (24)$$

As Eqs. (23) e (24) atingem os seus valores máximos quando o choque é elástico ($e=1$), caso em que se reduzem às Eqs. (17) e (18).

A tabela 2 inclui a comparação entre os ganhos em velocidade obtidos com um pequeno número de bolas, para vários valores de e .

Nº de bolas ($n+1$)	$e = 0,7$	$e = 0,8$	$e = 0,9$	$e = 1$
2	1,89	2,24	2,61	3
3	3,91	4,83	5,86	7
4	7,35	9,50	12,03	15

Tabela 2 - Ganhos em velocidade obtidos para diversos valores de e e vários números de bolas, tomando $m = 0$. Os valores foram aproximados à segunda casa decimal.

Mesmo para o menor coeficiente de restituição (que, se aplicado à queda de uma esfera isolada, corresponderia a que esta, depois de ressaltar no solo, voltasse apenas a $e^2=(0,7)^2 \approx 0,5$ vezes a altura inicial) a bola mais leve de uma pilha de 4 bolas atingirá 54 vezes a altura inicial. Suponhamos agora que as esferas do *Astroblaster* têm um valor comum para e , e usemos as massas da tabela 1. Aplicando iterativamente as Eqs. (20) e (22) obtemos para a quarta bola os ganhos em velocidade (e altura) constantes da tabela 3.

$e = 0,7$	$e = 0,8$	$e = 0,9$	$e = 1$
2,04 (4,16)	2,82 (7,96)	3,74 (14,01)	4,82 (23,27)

Tabela 3 - Ganhos em velocidade (altura) obtidos para o *Astroblaster* da tabela 1, para diversos valores de e . Os valores foram aproximados à segunda casa decimal.

Obviamente, quanto maiores forem os coeficientes de restituição dos diferentes choques, maiores serão os ganhos em velocidade e em altura.

Finalmente gostaríamos de salientar que o aumento da energia cinética da quarta bola se dá à custa da diminuição da energia cinética das restantes bolas.

Depois de realizarmos esta "brincadeira" procurámos na literatura resultados semelhantes. Encontrámos uma série de artigos que, embora em contextos e com profundidades diferentes, contêm alguns resultados parcelares referentes a cadeias de colisões e cuja consulta recomendamos [3-6].

COLISÕES NÃO INDEPENDENTES MAS ELÁSTICAS

Até agora admitimos que as colisões são independentes, sequenciais e instantâneas. Isto é, admitimos que a bola que está mais abaixo começa por chocar com o solo; que só depois se dá o choque entre essa bola e a seguinte; que só depois se dá o choque com a terceira; etc... E admitimos que todos estes choques são instantâneos. No entanto, é claro que isto não se passa assim: nem os choques são instantâneos, nem são sequenciais.

Com efeito, se uma esfera isolada atingir o solo, esta vai-se deformando até parar; e só depois irá recuperando a forma inicial até se separar novamente do solo. Este choque envolve um tempo de interacção que não é nulo. Admitindo que o choque é elástico, o processo pode ser descrito pelo chamado "contacto de Hertz" [7].

Consideremos o contacto elástico entre duas esferas homogéneas e isotópicas, de raios R_B e R_C , módulos de Young E_B e E_C e coeficientes de Poisson σ_B e σ_C , conforme ilustrado na Fig. 3. Os traços grossos representam os corpos elásticos deformados enquanto que os traços finos correspondem às posições virtuais das esferas, na ausência de contacto. A distância D entre os limites das esferas virtuais na direcção da colisão (ver Fig. 3) caracteriza a deformação das duas bolas.

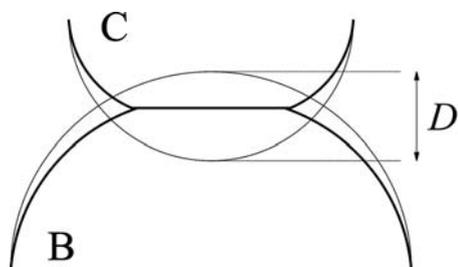


Fig. 3 - Colisão elástica entre duas esferas deformáveis.

O cálculo da energia elástica deste sistema é algo complicado, pois envolve conceitos de mecânica dos meios contínuos e uma análise geométrica do problema não trivial. No entanto, o resultado final é de uma aparente simplicidade: a energia potencial elástica da deformação é dada por [7]

$$E_P = \frac{2}{5} \eta r^{1/2} D^{5/2}, \quad (25)$$

onde

$$\eta = \frac{4}{3} \left(\frac{1 - \sigma_B^2}{E_B} + \frac{1 - \sigma_C^2}{E_C} \right)^{-1} \quad (26)$$

e

$$r = \frac{R_B R_C}{R_B + R_C} \quad (27)$$

é o raio reduzido. O expoente não usual na deformação (5/2) é devido à forma parabólica da esfera, junto à zona de contacto. A energia potencial (25) foi rigorosamente estabelecida para deformações quase-estáticas. No entanto, a sua utilização em problemas dinâmicos é justificável se as velocidades envolvidas no contacto forem muito inferiores à velocidade do som dos materiais utilizados para as bolas.

Feita a aproximação, designemos por v_i a velocidade relativa inicial das duas esferas e por

$$\mu = \frac{m_B m_C}{m_B + m_C} \quad (28)$$

a massa reduzida do sistema. O princípio da conservação da energia durante a colisão escreve-se³:

$$\frac{1}{2} \mu \left(\frac{dD}{dt} \right)^2 + \frac{2}{5} \eta r^{1/2} D^{5/2} = \frac{1}{2} \mu v_i^2 \quad (29)$$

A deformação máxima, D_{\max} , é atingida quando a velocidade relativa, dD/dt , é nula, sendo dada por

$$D_{\max} = \left(\frac{5 \mu}{4 \eta r^{1/2}} \right)^{2/5} v_i^{4/5} \quad (30)$$

O tempo de colisão corresponde ao tempo durante o qual a deformação vai de zero a D_{\max} e de volta a zero. Definindo $x = D/D_{\max}$, obtemos

$$\tau = 2 \left(\frac{25 \mu^2}{16 \eta^2 r v_i} \right)^{1/5} \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^5}} \approx 3,22 \left(\frac{\mu^2}{\eta^2 r v_i} \right)^{1/5} \quad (31)$$

As Eqs. (30) e (31) dão-nos as escalas de comprimento e de tempo relevantes para os problemas de colisão elástica⁴. Ao fim deste tempo τ , as esferas deixam de estar em contacto e o segundo termo do lado esquerdo da Eq. (29) anula-se. Assim, obtemos para as velocidades finais os mesmos resultados que obtivemos nas Eqs. (3) e (4), o que não poderia deixar de ocorrer, dado que continuamos a utilizar a conservação da energia envolvida apenas num choque.

Mas, o problema real não é caracterizado apenas pelo tempo finito das interações; também é caracterizado pelo facto de as colisões não serem sequenciais. Isto é, enquanto está a decorrer a colisão da primeira bola com o solo, está a decorrer a colisão entre a segunda bola e a primeira; e assim sucessivamente... Para simplificar o problema, consideremos apenas duas esferas a colidir com o solo, como ilustrado na Fig. 4.

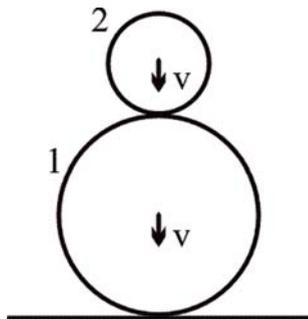


Fig. 4 - Colisão simultânea de uma esfera (1) com o solo e com outra esfera (2) que segue por cima dela com a mesma velocidade.

De acordo com a Eq. (25), a energia potencial elástica para o conjunto das duas colisões simultâneas é dada por

$$E_P = \frac{2}{5} \eta_{10} r_{10}^{1/2} D_{10}^{5/2} + \frac{2}{5} \eta_{21} r_{21}^{1/2} D_{21}^{5/2} \quad (32)$$

onde os sub-índices 10 e 21 se referem à colisão da bola que está por baixo com o solo e à colisão entre as duas bolas, respectivamente. Como a compressão não existe se os corpos não estiverem em contacto, devemos definir

$$D_{10} = H(R_1 - y_1) \quad (33)$$

$$D_{21} = H(R_1 + R_2 - (y_2 - y_1)) \quad (34)$$

em termos da função $H(x)$, que é dada por x para $x > 0$, anulando-se para $x \leq 0$. As variáveis y_1 e y_2 designam as alturas a que estão os centros das bolas inferior e superior (ver Fig. 2). As equações do movimento são:

$$m_1 \ddot{y}_1 = -\frac{\partial E_P}{\partial y_1} = \eta_{10} r_{10}^{1/2} D_{10}^{3/2} - \eta_{21} r_{21}^{1/2} D_{21}^{3/2} \quad (35)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 = -\frac{\partial E_P}{\partial y_2} = \eta_{21} r_{21}^{1/2} D_{21}^{3/2} \quad (36)$$

No caso da colisão com o solo, admitindo que este é rígido, podemos substituir E_0 e R_0 por ∞ pelo que $3\eta_{10} = 4E_1/(1-\sigma_1^2)$ e $r_{10} = R_1$. Conclui-se que $\eta_{10} > \eta_{21}$ e $r_{10} > r_{21}$. Estas equações foram estabelecidas e estudadas pela primeira vez por um dos autores (PP) em [8].

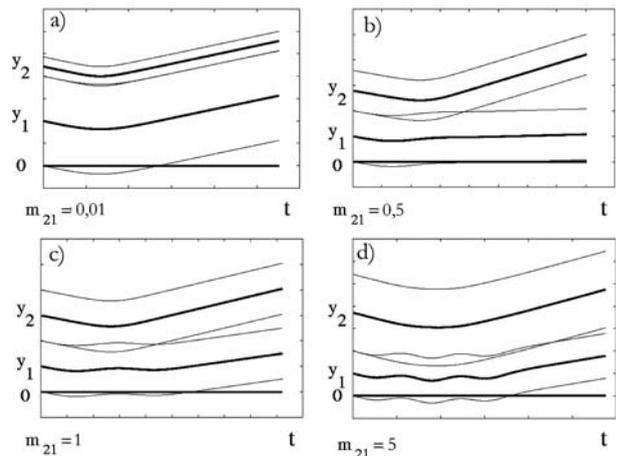


Fig. 5 - As linhas a negrito indicam as posições do CM das esferas em função do tempo (em unidades arbitrárias), bem como o solo. As linhas a traço fino indicam $y_1 \pm R_1$ e $y_2 \pm R_2$, para se visualizarem bem os tempos de interação.

Para simplificar, vamos supor que as duas esferas têm os mesmos coeficientes E e σ , bem como a mesma densidade. Nesse caso $R_2/R_1 = m_{21}^{1/3}$, $\eta_{21}/\eta_{10} = 1/2$ e $r_{21}/r_{10} = m_{21}^{1/3}/(1 + m_{21}^{1/3})$. A Fig. 5 mostra (a negrito) as posições dos centros das esferas em função do tempo, para diversos valores da razão m_{21} entre as massas, bem como a

linha horizontal definindo o solo. Nela estão também representadas (a traço mais fino) as linhas $\gamma_1 \pm R_1$ e $\gamma_2 \pm R_2$, o que permite visualizar facilmente os intervalos durante os quais se dão as interações.

A Fig. 6 mostra os resultados obtidos para as velocidades finais, em função da razão entre a massa da esfera que está por cima e a massa da esfera que está por baixo.

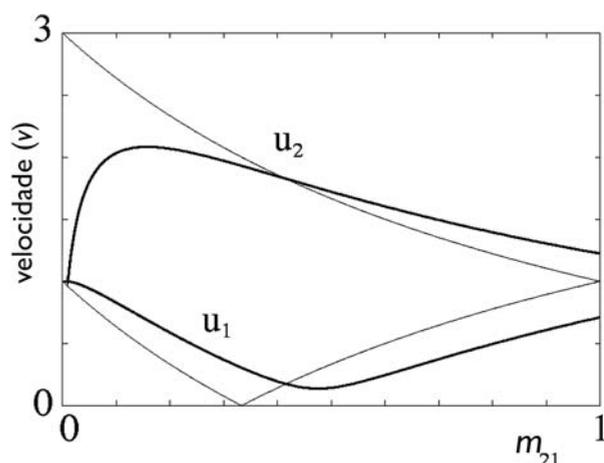


Fig. 6 - Representação das velocidades u_1 e u_2 (em unidades da velocidade comum com que as esferas atingem o solo) em função de $m=m_{21}$, a negrito. A traço fino indicamos os resultados obtidos admitindo que as colisões são independentes, (ver Eqs. (8) e (9)).

Estas figuras permitem-nos apreender várias características importantes:

1. Em certos intervalos de tempo as duas colisões têm lugar simultaneamente.
2. A bola inferior pode ser forçada pela bola superior a voltar para baixo, depois de já ter sido "empurrada" para cima pelo solo. Este efeito é particularmente claro na Fig. 5d onde se ilustra o caso em que a esfera superior é cinco vezes mais pesada do que a esfera inferior. Nesse caso, o CM da esfera inferior oscila entre o solo e a esfera superior várias vezes antes de finalmente se libertar do solo com velocidade u_1 .
3. Como se mostra na Fig. 6, as velocidades finais das duas bolas não coincidem exactamente com as obtidas quando assumimos que as colisões eram sequenciais - cujos valores foram deduzidos nas Eqs. (8) e (9). Isto não representa uma violação da lei de conservação da energia mas tão-só uma violação da hipótese de que os choques eram independentes e que seguiam a sequência adoptada. O que é preservado não é a energia de cada subsistema individualmente (solo - partícula 1 e partícula 1 - partícula 2) mas a energia do sistema total (solo - partícula 1 - partícula 2).

4. Em particular, quando $m_{21} \rightarrow 0$ a velocidade final da esfera de cima não é $3v$ mas apenas v .

5. Na situação que temos vindo a discutir a velocidade final da esfera de cima não é máxima para $m_{21}=0$, mas para um valor $m_{21}=m_M$ (ver abaixo).

6. Existe uma descontinuidade em u_1 , que reflecte o número de vezes que a partícula 1 colide com o solo. Da Eq. (8) podemos deduzir que a velocidade final da partícula 1 se anula para $m_{21}=1/3$. Se a razão das massas for inferior a este valor ($m_{21}<1/3$), a partícula 1 colide com o solo e em seguida com a partícula 2, continuando para cima depois do choque. Se, pelo contrário, $m_{21}>1/3$, a partícula 1 regressa uma segunda vez ao solo.

O ponto 4 é crucial e necessita de alguma explicação. A colisão de duas esferas com o solo (que pode, como já fizemos anteriormente, ser tratado como uma partícula de massa infinita) é uma colisão de três corpos. Assim, existem duas equações de conservação (do momento total e da energia total) e três incógnitas (as três velocidades finais). Ora, este sistema é indeterminado, admitindo uma infinidade de soluções que dependem dos detalhes exactos do choque entre os três corpos.

Ao considerarmos que as partículas caem juntas e que as interações são descritas pelo contacto de Hertz, os detalhes do choque ficam bem definidos, o que nos fornece a informação que falta para determinar todas as velocidades finais.

As Figs. 7 e 8 mostram dois possíveis detalhes do choque, para o caso em que a esfera de cima tem massa desprezável. Na Fig. 7 supomos que os choques são independentes sequenciais e elásticos.

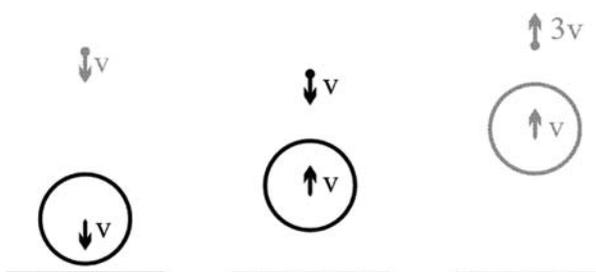


Fig. 7 - Hipótese utilizada inicialmente (colisões independentes sequenciais e elásticas) para a evolução do choque de duas esferas com o solo, assumindo $m_{21}=0$. A negro (cinzento) está a parte activa (passiva) do choque em cada passo. (A separação entre as esferas está exagerada para facilitar a visualização.)

Na Fig. 8 assumimos que as massas caem juntas e que, portanto, são "reflectidas" pelo solo em conjunto. É esta a previsão do modelo de Hertz anteriormente apresentado.

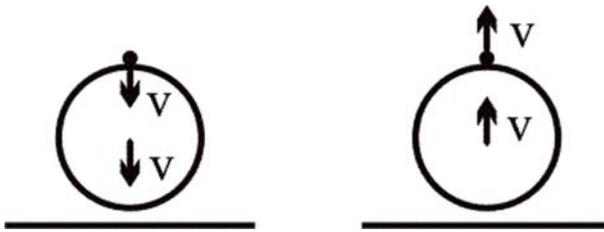


Fig. 8 - Resultado esquemático das previsões do choque de Hertz para a colisão de duas esferas com o solo, assumindo $m_{21}=0$.

Com efeito, se a massa de cima é desprezável ($m_2=0$), a Eq. (36) reduz-se a

$$0 = \eta_{21} r_{21}^{1/2} D_{21}^{3/2}, \quad (37)$$

onde $D_{21}=0$. Isto significa que a esfera de cima não vai exercer qualquer pressão na esfera de baixo quando esta é desacelerada pelo contacto com o solo. Nestas condições a Eq. (35) transforma-se em

$$m_1 \ddot{y}_1 = \eta_{10} r_{10}^{1/2} D_{10}^{3/2}. \quad (38)$$

Finalmente, dado que $D_{21}=0$ e $R_2=0$, concluímos que $R_1=y_2-y_1$, donde

$$\ddot{y}_2 = \ddot{y}_1 \quad (39)$$

e as bolas seguem "coladas" uma à outra. Uma situação muito próxima desta já é visível na Fig. 5 para $m_{21}=0,01$.

A situação da Fig. 8 já não é válida quando $m_2 \neq 0$ porque, nesse caso, a massa de cima exerce pressão sobre a massa de baixo quando do contacto com o solo, pelo que $D_{21} \neq 0$. É possível resolver as Eqs. (35) e (36) numericamente para encontrar o valor m_M da razão de massas m_{21} para o qual a velocidade final da partícula de cima é máxima: $u_2=u_{2M}$. Estes valores máximos dependem das propriedades das esferas através de⁵

$$k = \frac{\eta_{21} r_{21}^{1/2}}{\eta_{21} r_{10}^{1/2}} \quad (40)$$

O resultado deste estudo encontra-se na Fig. 9, que pode ser utilizada por qualquer pessoa interessada em construir um brinquedo semelhante ao da Fig. 1 por forma a conjugar as propriedades das esferas que produzam uma maior velocidade final para a esfera de cima.

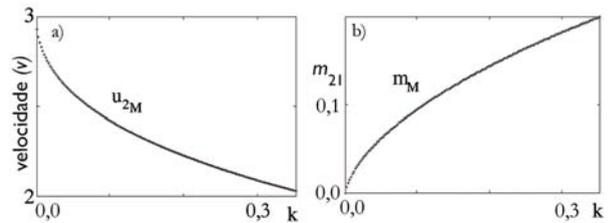


Fig. 9 - a) Valor máximo para a velocidade final da partícula de cima (em unidades da velocidade comum com que as esferas atingem o solo), em função de k . b) Valor da razão entre as duas massas para o qual a velocidade final da partícula de cima atinge o seu valor máximo, em função de k . Em geral, e ao contrário do que verificámos ao assumirmos colisões independentes e sequenciais, este máximo é atingido para $m_M \neq 0$.

SOBRE O EFEITO DA GRAVIDADE E DA VISCO-ELASTICIDADE

Na secção anterior ignorámos duas questões importantes: o facto de que a gravidade também actua durante o choque; e o facto de que existe dissipação da energia durante o choque. Estes factos foram estudados recentemente para o caso de uma esfera que colide com o solo [9]. Embora a discussão detalhada dessas questões esteja muito para além do âmbito deste artigo, gostaríamos de salientar alguns aspectos.

É fácil mostrar que, se todas as colisões com o solo fossem descritas por um coeficiente (e) constante, a esfera atingiria o repouso em tempo finito, mas apenas ao fim de um número infinito de colisões, o que não se observa. Utilizando os conceitos de mecânica dos meios contínuos para modelar a dissipação devida às propriedades visco-elásticas da esfera, pode-se demonstrar que à medida que a velocidade de impacto com o solo diminui, o coeficiente de restituição torna-se cada vez menor. Se a velocidade de impacto for muito pequena, o efeito da gravidade torna-se dominante, impedindo que a esfera perca o contacto com o solo. A partir deste instante, a esfera oscila sem sair do solo, e os efeitos de dissipação aumentam drasticamente.

CONCLUSÕES

Neste artigo discutimos os princípios físicos subjacentes ao funcionamento do *Astroblaster* (Fig. 1.) Supondo que as colisões são independentes, explicámos estes conceitos a um nível acessível aos alunos do ensino secundário. Acreditamos que será mais fácil motivar os alunos para o

estudo das colisões utilizando este brinquedo, do que "impor" as leis de conservação sem utilizar um exemplo adequado. Os resultados previstos e observados não poderiam ser mais surpreendentes: a bola que está mais acima sai disparada, na verdadeira acepção da palavra.

Estudámos em seguida o mecanismo de interacção, observando que as colisões se dão simultaneamente e que, portanto, o que interessa é a energia do sistema total. Como tal, descobrimos que as velocidades finais não são as previstas pelo modelo mais simples, podendo, nalguns casos, diferir consideravelmente das previsões anteriores.

Finalmente, referimos um artigo de investigação actual que aprofunda este estudo, incluindo os efeitos da gravidade e de dissipação que ocorrem durante uma colisão. Talvez esta seja a mensagem mais importante do nosso artigo. A física está à nossa volta e muitos fenómenos podem ser estudados com modelos crescentemente mais

detalhados e abrangentes. Neste processo, podemos pegar num brinquedo e ser levados rapidamente desde a física do secundário até à física mais avançada. Perguntar-nos-ão alguns alunos: então a Física afinal é uma brincadeira? Teremos que responder, talvez com algum embaraço, que sim!

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas A.C. Barroso, A. Casaca, A. Nunes, A.J. Silvestre e J.M. Tavares a leitura atenta deste artigo bem como os seus comentários e sugestões sobre as questões aqui abordadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Pode encontrar mais informação sobre o *Astroblaster* em www.fascinations.com.
- [2] Uma versão mais detalhada deste artigo pode ser encontrada em www.fisica.isel.ipl.pt/pedagogia/astroblaster.pdf, em cujo apêndice se refazem alguns cálculos, utilizando as coordenadas Y_{CM} e y .
- [3] W. R. Mellen, *Am. J. Phys.* **36**, 845 (1968).
- [4] W. G. Harter *et al.*, *Am. J. Phys.* **39**, 656 (1971).
- [5] J.D. Kerwin, *Am. J. Phys.* **40**, 1152 (1972).
- [6] J.S. Huebner e T. L. Smith, *Phys. Teach.* **30**, 46 (1992).
- [7] Ver, por exemplo, L. D. Landau e E. M. Lifshitz, *Theory of elasticity*, Pergamon, Oxford, 1986.
- [8] P. Patrício, *Am. J. Phys.* **72**, 1488 (2004).
- [9] E. Falcon, C. Laroche, S. Fauve e C. Coste, *Eur. Phys. J. B* **3**, 45 (1998).

NOTAS

¹ Como temos uma equação quadrática, existe outra solução: $u_B = v_B$; $u_C = -v_C$. No entanto, esta não tem significado físico pois nesse caso as partículas atravessariam mutuamente, mantendo as suas velocidades iniciais.

² Este caso não será trivialmente realizável pois e_1 refere-se ao primeiro choque com o solo, enquanto os restantes e_{ij} se referem a choques entre esferas.

³ Estamos aqui a usar a coordenada do CM e a coordenada reduzida. Nestas coordenadas a conservação do momento linear envolve apenas a coordenada do CM [2].

⁴ No caso do *Astroblaster*, $\mu \sim 10$ g, $r \sim 1$ cm, $h_0 \sim 1$ m. Se considerarmos $\eta \sim 10^9$ Pa, teremos $D_{\max} \sim 10^{-2n/5}$ m. Para os metais e materiais cerâmicos $n=11$, para os plásticos (polímeros) $n=9$, no entanto, para as borrachas o expoente pode facilmente atingir $n=6$. Neste caso D_{\max} é da ordem de vários milímetros.

⁵ Em geral, a análise das Eqs. (35) e (36) depende de dois parâmetros: $m_{21}=m$ e k . Nas Figs. 5 e 6 simplificámos o problema supondo que as duas esferas tinham E , σ

e densidade iguais; nessas condições $k = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m_{21}^{1/3}}{1+m_{21}^{1/3}}} < 1$

e a análise depende apenas de m_{21} . Agora discutiremos o caso geral.

Ludwig Streit comenta a actual situação do ensino superior, centrando a sua atenção na Alemanha e em Portugal. O artigo transcreve a sua palestra no Fórum Internacional dos Investigadores Portugueses, realizado em Coimbra no ano passado.

LUDWIG STREIT

BiBoS - Universität Bielefeld

Departamento de Matemática e Engenharias

Campus Universitário da Penteada

Universidade da Madeira

9000-390 Funchal

streit@uma.pt

ENSINO SUPERIOR UM MAL ENTENDIDO MIL MILHÕES DE

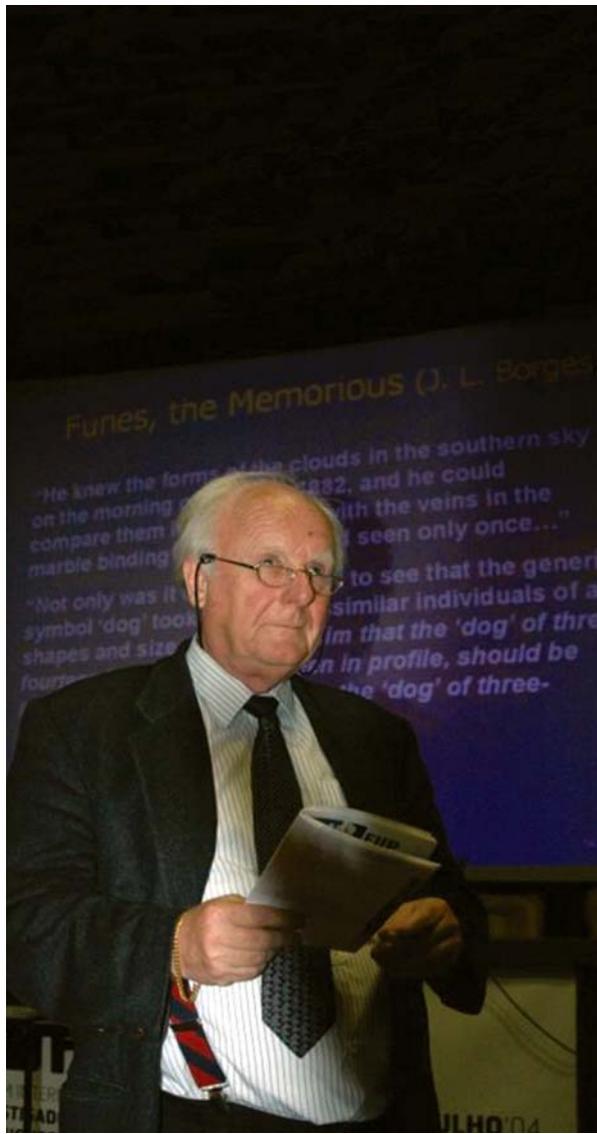
Em 1961, quando Robert Gover publicou a sua novela "educativa" com o título *A One Hundred Dollar Misunderstanding* (*Um mal entendido de cem dólares*) foi elogiado por autores como Gore Vidal e Henry Miller, mas o *New York Times*, chocado, recusou publicitar o livro. Como nem todos os leitores eram nascidos nessa altura, fica aqui uma sinopse da obra:

"O estudante universitário J. C. Holland, animado pelo tradicionalismo simplório do seu pai, entra num bordel de negras e encontra Kitty, uma prostituta de catorze anos. Ligeiramente envergonhado por estar ali, mas sentindo necessidade do complemento educativo que só um lugar daqueles pode proporcionar, o jovem mostra a Kitty um presente da sua tia, uma nota de cem dólares, que Kitty julga ser para ela. Começa então uma série de mal entendidos, no quadro de uma viagem a um submundo hipócrita da sociedade moderna".

O ensino superior de hoje também abunda em mal entendidos e falsas suposições, não se resumindo, contudo, a um jogo a dois, como no caso anterior. Agora, os mal entendidos são multidimensionais e muito mais complexos. E o preço e o âmagio do problema são muito, muito maiores.

O actual desperdício de dinheiros públicos e de talento e energia humanos justificam um novo olhar e um estudo

OR HOJE - DIDO DE E EUROS



profundo deste sistema complexo. De facto, as actuais universidades assentam em pressupostos sociais ultrapassados. A propósito, o eminente sociólogo alemão Helmut Schelsky [1] referiu que *"as verdadeiras e inamovíveis super-estruturas da nossa sociedade, em particular as recentes instituições burocráticas de segurança social, assentam a sua consciência social no tempo da sua criação, estando por isso afastadas da evolução havida desde então e das mudanças estruturais da sociedade. Todos testemunhamos o nascimento de mitos, mas, simultaneamente, somos neo-primitivos no sentido em que vivemos num mundo miticamente obstruído, que tomamos como a nossa realidade"*.

Usando a terminologia da econofísica, podemos acrescentar que o ensino superior se encontra fundado num falso pressuposto financeiro. E as barreiras da tradição, transformadas em tabus, impedem-no de avançar para pressupostos financeiros mais adequados.

Vou servir-me de um pequeno exemplo histórico. Na Alemanha, os escassos sete meses anuais de actividade académica – na melhor das hipóteses – são severamente criticados. Tanto os políticos como os *media* se divertem em discussões periódicas e repetidas, ano após ano, sem que isso afecte minimamente o calendário universitário. Esta parcela do ensino superior está alicerçada em dois mitos: o mito profissional, que se baseia no suposto facto de que a investigação científica desapareceria se não se

fechassem as universidades cinco meses por ano (errado: veja-se, por exemplo, o ensino de Verão nas universidades norte-americanas); e o mito estudantil, o mito de que o ensino superior só pode ser financiado se os estudantes tiverem empregos em *part-time*, em vez de investirem todo o seu tempo e energia no progresso dos seus estudos (errado, escusado será dizer, se for criado um adequado sistema de acção social).

Na *Meyer Encyclopaedia* de 1888 [2] pode ler-se que: *"...recentemente, por falta de regulamentação, as férias universitárias aumentaram para mês e meio, ou dois meses, na Primavera, e três meses no Verão... Várias medidas para terminar com este abuso estão a ser estudadas mas nem uma única exequível foi até agora encontrada"*. É assim, a partir de abusos como este, que nascem mitos e tabus, e nascem para ficar, ao que parece.

De fora, as universidades são frequentemente criticadas por não terem capacidade (força? vontade? visão?) para uma reforma endógena. Mas por quê? Será que a comunidade universitária não tem o *know-how* suficiente? Não partilhámos todos longas listas de queixas, críticas e ideias de melhoramentos quando nos sentamos com um colega para tomar um café?

No entanto, por detrás destes desabafos privados, não se ouve a voz, ou vozes, da comunidade académica. E não

me refiro a meta-estruturas como institutos para a investigação da investigação, ou algo assim, mas à própria comunidade, ao conjunto de pessoas como nós. Porque não atacamos mais agressivamente os problemas óbvios? Dependendo da pessoa a quem se pergunta, a resposta pode ser uma das seguintes: "*Não vale a pena; 'eles' nunca vão mudar nada*", ou, "*se eu dissesse as coisas de uma forma muito directa, seria prejudicado*". Mas eu acredito sinceramente que deveríamos levantar mais alto as nossas vozes e envolvermo-nos, apesar de todas as dificuldades.

Peter Glotz, num seu livro sobre a universidade alemã, *Im Kern Verrottet?* [3] (*Podre até ao caroço?*), refere que cerca de 85 instituições públicas sobreviveram inalteradas nos últimos 500 anos, sendo 70 delas universidades. Contudo, as universidades tal como nós as conhecemos, remontam apenas ao século XIX (em Coimbra, a reforma pombalina tem que ser mencionada como um marco, nomeadamente pela sua aposta na matemática, na física e na interdisciplinaridade).

Essencialmente, as universidades floresceram em paralelo com as sociedades burguesas. Na Alemanha, o debate sobre a educação é, até hoje, dominado pelos paradigmas formulados por Wilhelm von Humboldt, ministro prussiano da Cultura e da Educação Pública e fundador da Universidade de Berlim, em 1809.

No final daquele século, a burguesia europeia estava confiante de que tinha conquistado o mundo política, económica e ainda intelectualmente. E as universidades europeias, que eram as casas do poder desta conquista intelectual, representavam um modelo do desenvolvimento do ensino superior para o resto do mundo.

1900: O BRILHO DAS UNIVERSIDADES

Usarei como base da minha análise o sistema alemão, por ser aquele que conheço melhor. Contudo, a transição de uma educação de elite para uma educação de massas foi global, e as instituições, condições, tradições e desafios são suficientemente semelhantes para justificar a aplicação desta exposição fora das fronteiras desse país.

Em 1896 a Alemanha tinha 34 698 estudantes universitários e 1 131 professores a tempo inteiro, ou seja, um para cada 30 estudantes. Os estudantes eram 0,06% da população nacional. Pouco menos do que em França, ligeiramente mais do que no Reino Unido ou na Áustria.

O modelo profissional era o do génio solitário que partilhava a sua sabedoria com uma mão cheia de discípulos devotos. E o estudante modelo passava-se, livre e inde-

pendente, pelos tesouros académicos da cultura e do saber.

As universidades eram vistas e funcionavam de uma forma brilhante como centros de excelência científica e cultural, proporcionando educação a uma pequena elite nacional, sendo o seu corpo de estudantes sociológica e culturalmente homogéneo. Por sua vez, o Estado conseguia efectuar intervenções estratégicas que fomentavam a inovação científica. Veja-se, como exemplo, o apoio à então emergente ciência da imunologia e a Behring, o primeiro Prémio Nobel da Medicina, em 1901.

2000: NECESSIDADES E EXPECTATIVAS

Em 2000, dois milhões de estudantes, ou quase 3% da população alemã, frequentavam o ensino superior, existindo 12 500 professores a tempo inteiro, isto é, um para cada 160 estudantes. A população estudantil aumentou de um factor de quase 60, a população nacional de 1,4, e o número de professores de 10.

A despesa nacional com o ensino superior subiu para mais de 18 mil milhões de euros anuais, e a taxa de abandono era, em média, de 25%, e, nalguns casos, bastante mais. Por exemplo, apenas um em cada oito estudantes de filosofia conclua o curso.

O modelo "torre de marfim" do professor não mudou de modo significativo, mas ao professor real é hoje exigido que seja tão divertido quanto possível, de modo a captar a atenção de pelo menos alguns dos 160 estudantes que tem à sua frente.

Em termos relativos, a população estudantil aumentou cinquenta vezes de há um século para cá, correspondendo a uma exigência do mercado laboral cada vez mais especializado e mais exigente quanto ao nível educativo e profissional.

Estes factos podem ter tido um impacto apreciável nas tarefas, e até na definição, do ensino superior. Qual foi ao certo este impacto? Será que o sistema universitário mudou de acordo com ele?

Há um consenso generalizado quanto à ideia de que o ensino superior devia proporcionar ensino profissional qualificado à maioria da sua população estudantil, fornecer uma base cultural e educativa de banda larga e, tal como antigamente, assegurar um ensino excelente às elites científicas, profissionais e culturais de modo a que estas sejam competitivas à escala nacional e mundial. Além disso, devia ainda integrar centros nacionais de excelência cultural e científica.

Para além destes fundamentos, existem diferentes expectativas quanto ao papel que deve ser desempenhado pelas instituições de ensino superior. Constituir uma porta de acesso a carreiras de sucesso bem remuneradas, fornecer um ambiente propício às carreiras académicas, ser uma fonte de inovação económica e socialmente bem sucedida, garantir a educação contínua, fazer a ponte para sociedades, culturas e economias estrangeiras (quer através dos próprios programas, quer através de estudantes estrangeiros e programas de investigação conjuntos), manter uma política de custos consciente e eficiente e prestar serviços de qualidade.

Mas note-se que os serviços tradicionalmente prestados pelas universidades ainda são procurados, não havendo por isso, salvaguardadas as devidas adaptações, razões para que eles não continuem a ser prestados.

Os problemas advêm do facto de, nos últimos cem anos, ter vindo a aumentar significativamente a procura de trabalho especializado em várias áreas. As universidades não estavam preparadas, nem estavam entusiasmadas, para responder a este novo desafio – talvez até com razão –, mas aceitaram o crescimento que lhes era exigido numa tentativa fracassada para o resolver. Consequentemente, e apesar de existirem actualmente universidades de massas, o ensino de massas é extremamente deficiente. Ainda baseamos a educação de cerca de 50% dos nossos alunos em paradigmas que apenas resultavam com uma "cliente" mais reduzida e muito diferente.

Esta disfuncionalidade provoca um enorme desperdício de recursos, dinheiros públicos mal gastos, corpos docentes frustrados, anos perdidos para os nossos estudantes, danos económicos, e, obviamente, um público descontente.

Onde estão, então, os conflitos? Temos observado vários casos de expectativas conflituosas, tais como missão cultural *versus* avaliação económica, exigências sociais *versus* liberdade académica, educação de massas *versus* educação e investigação de elite, qualidade *versus* custo, e padronização *versus* competição no sistema. E há demasiadas estruturas mal adaptadas.



Eis alguns exemplos: há necessidade de ensino universitário massivo mas o sistema de promoções académicas baseia-se na investigação; as propinas são consideradas necessárias e até benéficas por muitos, mas são politicamente inaceitáveis (na Alemanha estão mesmo proibidas por uma lei federal).

Também, por exemplo, o ensino nas Faculdades de Direito alemãs tem muito pouco a ver com os requisitos dos exames e da prática profissional (os estudantes têm que adquirir o seu treino básico com explicadores fora das universidades). Um programa de reestruturação, à partida com sucesso previsível, foi abandonado por causa dos seus elevados custos.

Outro caso é o de formação de professores, que justifica a existência de alguns departamentos de humanidades, mas onde os estudantes são muito mal preparados pedagogicamente.

Há ainda os padrões internacionais de excelência *versus* os mandarins nacionais que pretendem determinar o desenvolvimento científico.

Em resumo: respondemos com soluções do século XIX a problemas do século XXI. A "torre de marfim" académica é ainda relativamente confortável para um certo número (demasiado grande) de neo-primitivos, mas completamente inadequada para desempenhar a maioria das suas principais tarefas.

DESATANDO O NÓ

A dimensão da tarefa e a quantidade de recursos humanos e financeiros exigidos pela reestruturação do ensino superior de massas exige um alto grau de seriedade e de disciplina por parte de todas as partes envolvidas. Exige um estudo intensivo sério, um ensino e aconselhamento intensivos e dedicados e um financiamento adequado. Mas, uma vez que todos estes pontos roçam o politicamente incorrecto, atrevo-me apenas a dizer que qualquer mudança será benvinda.

As universidades tradicionais não conseguem satisfazer os novos critérios. Irão os estudantes submeter-se a um regime rígido de cursos baseados em currículos de, por exemplo, quatro anos? Irá a maioria dos professores dedicar o seu tempo e esforço a um regime rígido de ensino, abrindo mão dos seus tradicionais privilégios de auto-determinação, e reconhecer que todos eles fazem essencialmente investigação, sobrando-lhes muito pouco tempo para o ensino? Estarão dispostos a desenvolver e a concretizar currículos orientados principalmente para um treino profissional eficiente?

E depois há o lado político. Terá o governo a coragem de realizar estas reformas? Terá o *know-how* para repensar os graus e as remunerações de uma nova maioria de professores que não seja avaliada pelo sucesso que alcança na investigação? Terá a capacidade para assegurar financiamento a ensino e apoio intensivos de modo a que os estudantes se concentrem apenas no estudo? Terá a capacidade para desenvolver instrumentos que evitem a divergência excessiva entre o esforço dos estudantes e as previsões do mercado de trabalho?

Quaisquer que sejam os pormenores de uma reforma adequada da organização universitária, é tempo de repensar desde a base a oferta de um ensino de massas orientado profissionalmente, mas não como um simples exercício efectuado pelo sistema universitário tradicional, que de resto não foi preparado para tal. Em vez disso, trata-se de uma tarefa com uma dimensão sócio-económica que precisa de ser realizada sem as tradicionais barreiras: trata-se de articular a educação de massas com a educação de elites e a investigação avançada.

A ESTRATÉGIA DE BOLONHA

A formação sequencial em bacharelatos e mestrados está a ser propagandeada ao nível europeu como a descoberta mais recente. Os ministros não escondem a sua enorme satisfação por terem conseguido uma harmonização europeia daquilo que, na realidade, é o remendo mais novo no velho sistema. Eu não a classificaria como política eleitoralista se tivesse sido precedida de um estudo profundo – disciplina a disciplina – sobre quanto e como é que os novos cursos e graus de ensino, especificamente o bacharelato, podem levar às prometidas qualificações profissionais. Com efeito, oferecer menos que um bacharelato, com um currículo profissionalmente qualificado, ao maior número possível de estudantes, será pura negligência.

Talvez as universidades não façam mal ao tentarem simplesmente dividir os seus currículos em duas partes, chamando à primeira bacharelato e à segunda mestrado. Pelo menos, o pacote das duas consegue ser um currículo aceitável.

Supostamente, e se acreditarmos nos anúncios políticos, o sistema focar-se-á num ensino intensivo e em esforços de aconselhamento dos estudantes de bacharelato. Ótimo, se houver fundos e profissionais dedicados. Mas ambos são altamente improváveis à luz dos actuais orçamentos e das actuais estruturas académicas. E, quanto menos conseguirmos os primeiros, mais pressão haverá para reformar as segundas.

Em conclusão, a reforma de Bolonha precisa de uma concretização muito mais cuidadosa, que tenha em conta as necessidades específicas de uma qualificação profissional de primeiro grau em diferentes áreas de estudo; e não deveria ser usada como mais um remendo de um sistema universitário que não está estruturado para o desenvolvimento, mas, como uma oportunidade de, a longo prazo, recuperar todo o sistema de acordo com as necessidades da sociedade e da economia do conhecimento.

ENSINO PROFISSIONAL EM ESCOLAS POLITÉCNICAS

Usarei o termo "politécnico" não como uma designação alternativa para escolas que não oferecem o grau de licenciatura, mas como uma recordação permanente da qualificação profissional que certas escolas superiores devem proporcionar.

Na Alemanha, as escolas politécnicas chamam-se *Fachhochschulen*. Significativamente, não resistiram à tentação de se chamarem Universidades de Ciências Aplicadas, em inglês *Universities of Applied Science*. Oferecem cursos de quatro anos, e os currículos e os professores são escolhidos segundo o objectivo principal de um ensino profissionalizante. Quando oferecem disciplinas comparáveis do ponto de vista de ensino com as das universidades, fazem-no a metade do preço e com o dobro do sucesso. Desde há anos que o Conselho de Ciências Alemão se esforça por lhes atribuir um papel mais relevante [4], mas praticamente sem resultados visíveis. Com uma excepção: o governo da província de Berlim anunciou recentemente uma política de aumento da participação dos politécnicos no sistema de ensino superior. O argumento foi que o Estado está tecnicamente falido. Infelizmente, é a este ponto que temos de chegar para se sacrificarem as vacas sagradas.

Actualmente, 27% da população estudantil frequenta escolas politécnicas e 71% universidades. Como é que se podem alterar estes números? Só com um estudo cuidadoso da procura (económica, mas também cultural, social, etc). Um observador bem informado revelou que os lugares de topo qualificados não ultrapassam os 10% da mão de obra alemã. Mas tal traduz-se em cerca de 25% do corpo estudantil.

As universidades que já iniciaram o novo currículo bacharelato-mestrado fizeram-no a pensar nos cerca de 20% dos estudantes que passam, na fase seguinte, a frequentar mestrados. Mas, nos Estados Unidos, por exemplo, apenas 12% da população estudantil frequenta as 125 universidades com investigação.

Este facto demonstra a perda de tempo que é educar os restantes 75% do mesmo modo que os 25% do topo. Se se oferecer a um estagiário profissional o mesmo ambiente educativo que a um futuro investigador brilhante, ambos ficarão mal servidos, e tanto eles como a sociedade pagarão uma factura elevada.

Por isso, o desafio principal consiste em separar as tarefas. Mas por que é que essa separação não acontece? O que é que tem que mudar? Tal como nas defuntas indústrias pesadas da Europa de Leste, as universidades de hoje são frequentemente reguladas por parâmetros que reflectem quantidade em vez de qualidade. Seriam com certeza muito melhores se lhes fosse permitido tornarem-se mais pequenas sem serem penalizadas por isso.

Uma apreciação completamente nova e novos sistemas de incentivos são necessários para validar a componente politécnica do ensino superior. Em vez de tentar ser "como as universidades", os politécnicos têm que ser encorajados a desenvolver e a ter orgulho nas suas tarefas e forças específicas. Isto é, o sinal político terá que ter duas faces: vocês não são universidades e a vossa tarefa é diferente, mas provavelmente tão importante, e será recompensada de acordo com isso.

Por outro lado, os graus dos politécnicos deverão dar acesso às mesmas carreiras dos seus correspondentes universitários, especialmente no sector público. E tem que ser feita a articulação com os estudos avançados. Actualmente, cada um dos lados tenta tirar o "isco" ao outro, procurando, na realidade, fazer coisas para as quais estão menos qualificados. Os politécnicos gostariam de poder oferecer doutoramentos; as universidades tentam incluir nos seus *portfolios* cursos como Enfermagem ou novos e fantásticos bacharelatos em assuntos como História Aplicada, Literatura e Cultura Científica Aplicadas, Gestão Cultural ou Música Popular e *Media*, que recentemente floresceram como cogumelos nas universidades alemãs, para grande gáudio da comunicação social.

Sir Richard Livingstone, Vice-Reitor de Oxford na década de 40, é citado pela seguinte observação: "*O que distingue uma boa universidade é o número de temas que recusa ensinar*". E nós acrescentamos que alguns desses temas podem ser tão ou mais importantes do que os ensinados em Oxford. Simplesmente, não se lhe adequam. Mas as condições actuais são tais que nenhum dos lados sente que seria mais proveitoso dedicar-se ao que sabe fazer melhor.

O que é preciso é coragem política para uma definição e separação clara de tarefas entre o ensino avançado e o

ensino profissional. Porque ambos têm os seus méritos intrínsecos e indispensáveis e devem ser apreciados e continuados de acordo com eles. Mas só será possível caminhar se ambos tiverem "consciência do seu lugar". Sem competição, mas em cooperação. Só então estarão motivados para colaborar sem incursões nos papéis e especialidades um do outro.



Universidade de Oxford

ESCOLAS POLITÉCNICAS DENTRO DAS UNIVERSIDADES

Poderá um ensino profissional especializado ser incluído nas universidades? Há ainda um longo caminho com vista a uma articulação eficiente desse ensino com estudos avançados e investigação. Na Alemanha, nos anos 70, foi feita uma tentativa, sob o nome de *Gesamthochschule*, na qual os cursos e os professores dos politécnicos foram incluídos numa universidade tradicional. Os responsáveis pela nova escola foram muito rápidos a introduzir no seu papel timbrado, em letras bem gordas, a palavra universidade, mas, após 30 anos, a experiência foi suspensa, tendo sido reconhecida como um falhanço irreparável pelas mesmas forças políticas que a tinham introduzido com alguma fanfarronice há uma geração atrás.

O que é que correu mal? Em declarações públicas pode ler-se que o nome *Gesamthochschule* era desconhecido e não tinha aceitação internacional, que os cursos dos politécnicos e das universidades não foram bem integrados, que a procura dos cursos foi menor do que a oferta, e que a investigação não era suficientemente forte.

Mas nenhuma destas críticas vai à raiz do problema. Provavelmente o falhanço ainda é demasiado recente para ser possível uma investigação séria das suas causas. As explicações que tenho ouvido, de forma privada, têm todas como factor comum falhas humanas. Os académicos com experiência universitária não quiseram con-

tentar-se com menos do que isso (um dos reitores de uma *Gesamthochschule* chegou publicamente a colocar em causa a reforma que representava declarando: "Onde eu estou há uma universidade!"). Por outro lado, os professores com experiência politécnica queriam ser considerados "tão bons como os outros", com direito a aceder a doutoramentos e a negligenciar os seus deveres de professor. Outros ainda preferiam isolar-se de qualquer contacto, diálogo ou interacção com as unidades de ensino avançado.

Tudo isto aponta, mais uma vez, para a divergência entre as necessidades do ensino e a recompensa dos corpos académicos, além da falta de uma clara divisão de tarefas. Será que estes problemas não podem ser resolvidos? É bom sabermos já que, escassos três anos depois destas *Gesamthochschule* terem sido desmanteladas, um outro estado federal está a incorporar um politécnico numa universidade...

No modelo americano, as escolas pré-universitárias funcionam de forma eficiente por si só ou sob a alçada de universidades de grande prestígio. E sistemas de recompensa pragmáticos respondem directamente – os críticos dirão, claro, demasiado directamente – às exigências do mercado educativo. Na Europa continental, em vez disso, a tendência é para confiar ao Estado o papel de guardião do equilíbrio sócio-económico.

Em consequência, gerimos as nossas universidades como subordinadas ao Estado, com um constante e minucioso controlo das nossas actividades diárias pelos ministros da educação. E a tão falada autonomia universitária transforma-se numa prioridade política em tempos de crise financeira só porque oferece a possibilidade de serem as universidades a ficarem com a responsabilidade dos cortes orçamentais. Há ministros que anunciam alegremente que as universidades terão o direito de preencher as vagas de professores de forma autónoma, sem interferência do Estado. Mas, ao mesmo tempo, os mesmos ministros avisam discretamente as universidades de que não deverão preencher essas vagas já que o dinheiro para pagar os salários será difícil de arranjar nos seus orçamentos "autónomos". Isto não faz parte de nenhum plano novo mas é, isso sim, mais um remendo em estruturas profundamente inadequadas.

Será possível uma mudança de paradigma? Imaginem-se a trabalhar numa universidade tradicional, subordinados às contínuas intervenções do Estado, com todos os procedimentos burocráticos e os sentimentos de desespero e frustração naturalmente gerado por um sistema desse género. Até que um dia tudo muda: o ministro concentra-se numa estratégia nacional de desenvolvimento da educação e investigação, concretiza estas políticas através de contratos-programa de três anos com cada universi-

dade, a vossa universidade e todas as outras do país são independentes (empresas públicas auto-geridas), as universidades (e não o Estado!) emprega o pessoal que precisa para melhor desempenhar as tarefas que o país espera delas, etc., etc.

Utopia, dirão! Mas esse fenómeno está a acontecer sob os nossos olhos... Aquilo que acabei de enumerar são algumas facetas da reforma austríaca, em vigor desde Janeiro de 2004 (uma tradução da lei, em inglês, está disponível no sítio do Ministério da Educação austríaco [5]). E, com todo o debate sobre a reforma e autonomia das universidades, é de espantar que esta reforma tenha tido tão pouca repercussão na opinião pública. A mensagem não é a de que se encontrou a fórmula exacta, mas sim que são possíveis pequenos passos se forem tomadas as medidas políticas necessárias à sua implementação.

Mas claro que há outros mitos que terão de cair para se recomeçar com sucesso. Mencionarei apenas dois deles.

O primeiro: "Não se pode qualificar de excelência científica a que não puder ser comparada". A avaliação e o *benchmarking* não podem ser desprezados num tempo de escassos recursos e, dada a escassez de fundos, é inevitável e até essencial a sua distribuição racional. Uma avaliação profunda pode ter resultados extraordinários no domínio académico e, como medida prática, deveriam analisar-se os comentários acerca das avaliações de duas maneiras: usar os protestos dos mais qualificados para melhorar o sistema e esquecer os outros.

O segundo mito é o de que o "ensino superior gratuito é uma mais valia social". Já Karl Marx entendia isso mesmo quando perguntava por que é que os impostos dos pobres tinham que servir para financiar o ensino superior dos mais ricos. A verdadeira conquista social é a de um ensino superior de livre acesso. Mas não há nenhuma razão para que essa despesa pública não possa mais tarde ser recuperada através dos contribuintes economicamente mais bem sucedidos, isto é, através de um acréscimo dos seus impostos.

Permitam-me então resumir os principais desafios de uma reforma deste tipo:

- profissionalização do ensino politécnico de massas, isto é, profissionalização do processo e dos conteúdos;
- fazer do ensino superior avançado um produto de excelência (é a este nível que os tão proclamados ensino e investigação têm o seu *habitat* natural);
- assegurar uma transição suave dos estudantes e o diálogo entre profissionais dos dois níveis;

- providenciar apoio social através de uma estratégia estritamente orientada pelo Estado;

- e possibilitar uma verdadeira gestão autónoma das unidades de ensino.

PROBLEMAS PORTUGUESES

Vou agora referir-me a dois problemas especificamente portugueses, vistos por um observador estrangeiro. A numerosa repetição de exames em Portugal constitui uma perda dramática de recursos académicos; e o tempo que eles ocupam representa um dos maiores obstáculos à investigação científica profissional. Mas, na minha opinião, muito pior que isso, é que ela induz atitudes profundamente corruptas nos estudantes na sua relação com o estudo. Se ouvirmos os estudantes comentar os exames, verificamos que estes são considerados como jogos de lotaria, que podem ser ganhos se foram jogados durante tempo suficiente. Se o sacrifício desta vaca sagrada parece um sofrimento nacional, a necessidade de harmonização europeia das normas académicas deverá pelo menos fornecer o argumento necessário aos responsáveis que ainda estejam hesitantes.

Por outro lado, a avaliação da investigação, tal como está delineada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), é, decididamente, muito melhor do que muitas outras avaliações que conheço por três razões fundamentais: a avaliação da qualidade faz-se através da análise profunda dos melhores parâmetros internacionais, a transparência pública do processo, e a clara, mas flexível, divisão em escalões de financiamento. Quando descrevo o sistema português às pessoas com quem trabalho, isto é, alemães, a resposta típica é: "Oh, se tivéssemos essa sorte...". É um sistema que – como qualquer outra coisa boa – deveria ser mantido nas suas características principais e, sempre que possível, melhorado nos seus pontos menores. E o argumento do custo que ele implica, partindo do princípio que este comentário deve ser levado a sério, pode ser anulado aumentando os intervalos entre as avaliações.

Tal como vimos no caso da Áustria, mudanças de paradigma são possíveis, e como se pode observar pela FCT, Portugal mostra excelentes progressos. Daí que a esperança de uma mudança do paradigma de excelência no ensino superior não esteja perdida. Oxalá vejamos acontecer isso em Portugal e em todo o lado!

BIBLIOGRAFIA:

1. Helmut Schelsky, *Auf der Suche nach Wirklichkeit*. Goldmann, München, 1979.
2. *Meyers Konversationslexikon, Eine Encyklopädie des allgemeinen Wissens*, 4. edição, Leipzig, vol. 15, p. 1022, 1888-1889. On-line em <http://susie-technik.uni-ulm.de:8080/meyers/servlet/index>
3. Peter Glotz, *Im Kern verrottet? Fünf vor zwölf an Deutschlands Universitäten*. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1996.
4. *Wissenschaftsrat*: ver, por exemplo o *press release* n. 1/2002 de Jan. 18, 2002. <http://www.wissenschaftsrat.de/>
5. A versão inglesa da lei austríaca está disponível em http://www.bmbwk.gv.at/mediapool/8019/8019_ug02_eng1.pdf

Para estatísticas de educação ver o sítio <http://www.destatis.de/basis/e/biwiki/hochtxte.htm>

Estudos sobre ensino superior podem ser encontrados em <http://www.his.de/English>

O físico francês Martial Ducloy, ex-presidente da Sociedade Europeia de Física e um dos impulsores do Ano Internacional da Física, esteve recentemente em Portugal. A Gazeta falou com ele sobre a importância deste ano para o futuro da física e sobre a necessidade de se apostar num ensino melhor, principalmente para os mais jovens.

Entrevista a Martial Ducloy

ENSINO DA FÍSICA TEM QUE MUDAR

P.- Porquê o Ano Internacional da Física e porquê Einstein?

R.- Essencialmente este ano serve para lembrar a todos que a física faz parte do nosso dia-a-dia e que trouxe ao mundo inúmeras ideias e objectos úteis.

Quando se usam computadores, por exemplo, está a usar-se física quântica, apesar de normalmente se esquecer, ou desconhecer, isso. Os cidadãos tomam quase tudo como um dado adquirido, mas nós, os físicos, não pensamos assim. É importante que as pessoas percebam que tentamos obter resultados cada vez melhores e que, para isso, precisamos de gente nova. Esta foi a ideia base desta comemoração. Quando começámos a pensar no Ano Internacional da Física, há cerca de cinco anos, foi por nos termos apercebido de que cada vez mais jovens optavam pela economia, pela gestão, pelo direito, e que cada vez menos escolhiam física. Por isso decidimos fazer alguma coisa. Depois de conversar com várias pessoas, incluindo alguns Prémios Nobel, achámos que seria interessante promover a física, mostrar que se trata de um tema de interesse permanente, e que ela é uma parte importante da nossa vida. Surgiu então a ideia do Ano Internacional da Física e, quando se pôs a questão da data, rapidamente pensámos em 2005, por razões óbvias. É o centenário do *annus mirabilis* de Einstein e achámos



que seria uma oportunidade interessante para fazer alguma coisa. Afinal, Einstein foi nomeado pela revista *Time* como a figura do século XX, o que é significativo.

P.- Como é que as pessoas estão a reagir a este desafio? Está tudo a correr conforme planeado?

R.- Creio que sim. O arranque foi algo lento mas, aos poucos, a física tem vindo a tornar-se o centro de discussões e actividades por todo o lado. E, para isso, muito ajudou a oficialização das Nações Unidas consagrando-o como Ano Mundial. À medida que o ano avança, cada vez mais pessoas participam nas comemorações e por isso acho que está a correr bem. Acho que vai ser um sucesso!

P. - Em que medida este ano é importante para o ensino da Física?

R. - Eu penso que os professores de física têm um papel privilegiado. Quer dizer, eles são as pessoas ideais para fazer com que os mais novos gostem de física. E são, por isso, muito importantes. Quando alguém opta por seguir física na universidade é porque no secundário teve bons professores. Quando se tem bons professores, cresce o interesse pela matéria, seja ela qual for. A boa formação dos professores é essencial...

P. - Quando é que acha que se deve começar a aprender física?

R. - O mais cedo possível. Se a aprendizagem for feita numa base lúdica, quer dizer, partindo do princípio de que a física pode ser divertida, pode começar muito cedo. Em França existe uma aproximação ao ensino das ciências que se chama *La main à la pâte* (Com as mãos na massa), um programa que está a ser desenvolvido nas escolas primárias com muita eficácia. Trata-se de compreender que a ciência é algo do nosso quotidiano e que se pode aprender a brincar. Os mais jovens aprendem ciência jogando uns com os outros, discutindo uns com os outros. E isto é muito bom. Depois, no secundário, deve continuar-se este ensino, embora de um modo mais especializado, mais técnico. A família também tem importância na escolha da física como futuro profissional e, por isso, chegar a um público mais vasto também é, para nós, um objectivo. Se os pais se interessarem pela física, e pela ciência em geral, essa atitude terá decerto consequências no futuro das crianças.

P. - Como é que na sua opinião está o ensino da física, actualmente, na Europa?

R. - Está a um bom nível, mas podia estar melhor. Há que melhorar o ensino e para isso os métodos de ensino deveriam ser revistos de tempos a tempos. Por exemplo,

experiências como a francesa, que mencionei, deviam ser feitas em mais países e alargadas às escolas secundárias. Por outro lado, os próprios professores de física deviam aprender, permanentemente, novas formas de contactar com os jovens, novas formas de chegar até eles e de lhes transmitir a ciência. No fundo, há um círculo vicioso. Tem que se ter bons professores para se ser um bom professor. Mas também é necessário que os professores estejam permanentemente actualizados sobre o que se passa na ciência, sobre o que há de novo na física, nomeadamente através dos relatos dos *media*.

P. - Espera que este ano surjam novas formas de cooperação entre a física e outras ciências?

R. - Sim, é importante criar laços com outras ciências. A física é uma pedra angular das ciências experimentais. E, por isso, é necessário a sua interacção com a química, a biologia, e a medicina, por exemplo. Muitas das descobertas nestas ciências têm por base a física. A descoberta do DNA, por exemplo, foi feita por um físico e por um biólogo. Um dos últimos prémios Nobel da Medicina foi para um físico. É necessário que todas estas ligações estejam vivas e activas.

P. - Sim, mas apenas nestas três áreas?

R. - Não, há mais. Há fronteiras da física com a economia e com as ciências sociais. Os físicos e os matemáticos contribuem com muitas ideias novas na área da economia. Há inclusive um novo domínio, designado por econofísica. E nas ciências sociais há comportamentos colectivos que podem ser explicados pela física. Eu acho que a física pode interagir com praticamente todos os domínios.

P. - Espera que neste ano surjam novas interacções?

R. - O objectivo deste ano não é abrir novas discussões entre os físicos. Penso que isso é salutar, sem dúvida, mas o objectivo é levar os físicos a falarem com cientistas de outras áreas e com a comunidade em geral. É fundamental conseguir que cada vez mais gente escolha a física e lhe traga novas ideias. São estes os principais objectivos deste Ano Internacional da Física que esperamos atingir. Além disso, desejamos que este ano não termine a 31 de Dezembro. Tem que continuar! Temos que continuar a comunicar as ciências físicas ao maior número possível de pessoas.

P. - Então, isto é apenas o começo?

R. - Sim. Tem de ser apenas o começo.

P. - Muitos dos problemas que actualmente afectam a humanidade poderão encontrar solução com a ajuda da física. Acha que este ano ajudará os políticos e outros responsáveis a perceberem esse potencial?

R. - Sim, mas para isso tem de se começar pelas famílias. Em Portugal, por exemplo, nessa área, há um exemplo exce-

lente que é o "Ciência Viva". Agora, quanto aos políticos, o problema é que nós queremos apostar a longo prazo e os eles só pensam na eleição seguinte. Esse é o problema principal. Só promovem a ciência se isso for importante para a sua eleição, dentro de três ou quatro anos. E nós precisamos de um envolvimento a longo prazo, de compromissos de longa duração. Por isso é muito mais importante ter impacto junto dos mais novos e do seu núcleo familiar, pessoas que aliás poderão vir a ser políticos. Formar cidadãos conscientes da importância da física em particular e das ciências em geral é a única forma de conseguir um compromisso a longo prazo.

P. - Como é que acha, então, que se poderá chamar a atenção dos políticos?

R. - Nós, os físicos, temos que ser capazes de mostrar aos políticos que podemos fornecer soluções para muitos dos problemas do mundo actual. Mas, repito, acho que se deve demonstrar isso não só aos políticos, mas a toda a gente. Se o fizermos, os políticos acabarão por perceber.

P. - Porque é que no seu caso escolheu a física como profissão?

R. - Essa é uma pergunta interessante, porque, de facto, eu era mais matemático do que físico. E isto leva-me de volta à questão dos bons e maus professores. Durante seis anos tive o mesmo professor de Matemática, no secundário. Como era um professor muito bom, eu achava a matemática o máximo. Depois, já na universidade comecei a achar que me faltava qualquer coisa. Queria algo mais concreto, mais real. E como, no último ano do secundário, tinha gostado da forma como a física era ensinada, decidi experimentar a Física. E fiquei!

P. - Qual é a sua área de trabalho?

R. - Física dos lasers, óptica e óptica quântica.

P. - Dá aulas actualmente?

R. - Dei aulas durante muito tempo, mas agora não. Desenvolvo só trabalho de investigação. Em França, pertenço à direcção do Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS), onde não se é obrigado a dar aulas. Coordenei mestrados durante algum tempo, mas tive de deixar essa tarefa por falta de tempo.

P. - Na sua área é importante a interacção com outras áreas?

R. - É muito importante. No início, quando o *laser* apareceu, as pessoas faziam muitas perguntas. "*Mas qual é a novidade?*", era uma delas. Havia até anedotas acerca disso. Diziam que o *laser* não servia para nada! Mas o *laser* é hoje importante em numerosas tecnologias. É usado no nosso quotidiano em imensas coisas como, por exemplo, na leitura dos códigos de barras nos supermercados.

As aplicações do *laser* na física e fora dela são inúmeras. Inclusive, o *laser* pode ser usado para recuperar obras de arte antigas. E monumentos, como aconteceu com o Partenón de Atenas.

P. - Acha que os físicos estão abertos às outras áreas científicas?

R. - É difícil dizer. Alguns físicos têm uma visão mais limitada e não estão tão abertos. Mas a maioria não é assim e há, neste momento, cada vez mais físicos que se interessam por outras áreas, como, aliás, já mencionei. Actualmente, grande parte da comunidade dos físicos interessa-se por outros saberes.

P. - Quando é que se pode esperar ver os resultados deste Ano Internacional da Física?

R. - Espero que dentro de poucos anos, talvez dois ou três, se possam verificar mudanças no número de estudantes que escolhem física na universidade. Nos últimos anos há um claro declínio na escolha dessa disciplina. Se

daqui a alguns anos este declínio se vier a inverter, será provavelmente em resultado desta iniciativa.

Espero também que se venham a ver resultados práticos na forma como a física é ensinada nas escolas. É muito importante mudar a forma como os mais novos vêm a física. Espero que deste ano surjam novas ideias e novas formas de aproximação ao ensino da física. E, se isso acontecer, veremos as diferenças. É isso o que eu espero!

Texas Instruments

CALCULADORAS GRÁFICAS

TI-84 Plus

TI-84 Plus Silver Edition

A tecnologia gráfica portátil Texas Instruments é conhecida pela sua resistência, durabilidade, economia e por se adequar às necessidades de professores e estudantes.

Isto pode ser demonstrado pelo crescente número de estudantes que desejam possuir a calculadora gráfica, para a poderem usar em qualquer momento e local.

A última geração em tecnologia que opera como a TI-83 Plus, mas com MAIOR CAPACIDADE

- Mais MEMÓRIA - mais espaço para armazenamento de Aplicações (APPS).
- Mais RÁPIDA - na execução de cálculos, gráficos e download de Aplicações (APPS).
- PORTA USB - mais velocidade e maior estabilidade nas comunicações.

Agora todos os Produtos Educacionais têm

3

Anos de Garantia

FLASH

Cabo USB e CD - para ligação ao PC - incluídos em ambos os modelos

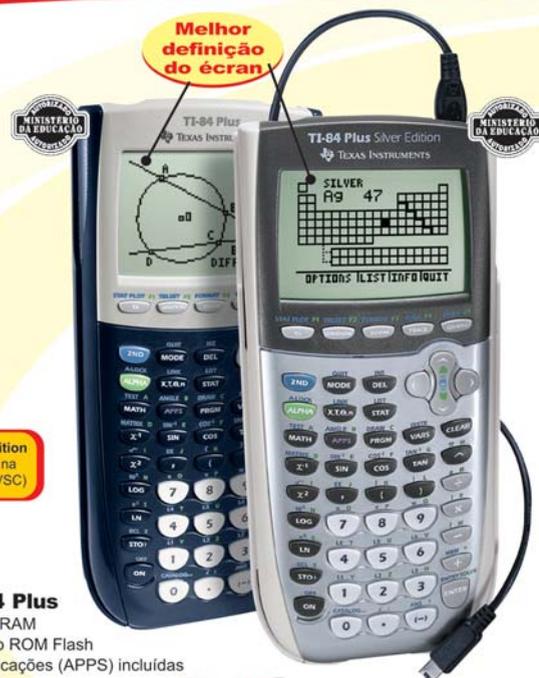
TI-84 Plus Silver Edition também disponível na Versão Professor (VSC)

TI-84 Plus

- 32 Kb RAM
- 480 Kb ROM Flash
- 11 Aplicações (APPS) incluídas

TI-84 Plus Silver Edition

- 32 Kb RAM
- 1,54 Mb ROM Flash
- 28 Aplicações (APPS) incluídas



DISMEL

Distribuidor de Material Electrónico, Lda.

Rua Coronel Ferreira do Amaral, 9 - C
1900-165 LISBOA
Tel.: 218 160 320 Fax: 218 160 329
E-mail: info@dismel.pt www.dismel.pt

Distribuidores:



TETRI

EQUIPAMENTOS ELECTRÓNICOS, LDA.

Estrada Exterior da Circunvalação, 798 - Apartado 48 - 4439-909 RIO TINTO
Tel.: 224 899 532 Fax: 224 800 527 E-mail: tetri@tetri.pt www.tetri.pt

Gotas de água não respingam na Lua

Nuvens de electrões congelam

Descoberta a primeira galáxia de matéria negra

Solvay: o filme

Pesar moléculas

Hans Bethe (1906-2005)

César Lattes (1924-2005)

Algumas notícias adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do mundo da Física. gazeta@teorfis.uc.pt

FÍSICA NO MUNDO

GOTAS DE ÁGUA NÃO RESPINGAM NA LUA



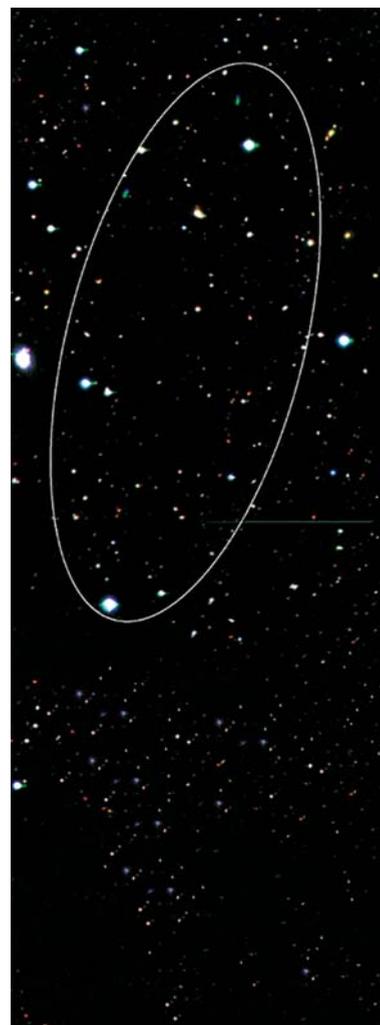
O laboratório Sidney Nagel da Universidade de Chicago tem vindo a explorar o comportamento das gotas (como e quando caem de uma torneira), materiais granulados, materiais amarrotados, e outros fenómenos do dia-a-dia difíceis de explicar.

Numa reunião recente da Sociedade Americana de Física, o estudante de doutoramento Lei Xu anunciou uma descoberta surpreendente que diz respeito a um dos efeitos físicos mais comuns: o respingar de uma gota ao atingir uma superfície plana. Em condições atmosféricas normais, a gota espalha-se para os lados, com o

DESCOBERTA A PRIMEIRA GALÁXIA DE MATÉRIA NEGRA

Os astrónomos acreditam que uma quantidade significativa do Universo é constituída por uma misteriosa matéria negra. Invisível aos "olhos" de qualquer instrumento, esta pode ser detectada pelo efeito que a sua gravidade tem na matéria visível. A matéria negra é normalmente encontrada num enorme halo em torno de galáxias.

Pela primeira vez, uma equipa internacional de astrónomos classificou uma galáxia como "galáxia negra" por ser formada quase na sua totalidade por matéria invisível aos nossos instrumentos. Uma galáxia negra é uma região do Universo que contém uma grande quantidade de massa em rotação, tal como uma galáxia, com a excepção de que não contém estrelas. Sem a presença destas, a galáxia apenas pôde ser detectada com o auxílio de radiotelescópios pelo efeito que produz na distribuição do hidrogénio circundante.



valo de tempo da ordem de um femtosegundo (10^{-15} s), uma orbital electrónica pode efectuar transições entre estados degenerados (isto é, estados com a mesma energia), passando de um haltere vertical a um horizontal num dado sistema de eixos.

Descobriu-se recentemente que este e outros processos entre orbitais podem tornar-se extremamente lentos - até 0,1 segundos, um abrandamento de 14 ordens de grandeza - para electrões a baixas temperaturas no FeCr_2S_4 , um espinel (uma classe dos minerais) com uma estrutura cristalina relativamente simples. Os investigadores envolvidos neste trabalho, que pertencem ao Centro de Correlações Electrónicas e Magnetismo, na Universidade de Augsburg, Alemanha e à Academia de Ciências da Moldávia, consideram que estas orbitais electrónicas congeladas constituem um novo tipo de matéria a que chamam "vidro orbital". Medindo a resposta do material a campos eléctricos provenientes de uma corrente alternada num intervalo de audio até radiofrequências, descobriram que processos que envolvem orbitais não-esféricas abrandam dramaticamente a baixas temperaturas para formar um estado semelhante ao de um vidro, num processo de certa forma semelhante ao conseguido por sopradores de vidro.

Não são apenas as orbitais que abrandam; os núcleos atómicos também se deformam lentamente em resposta às orbitais "congeladas". Em contraste com o vidro convencional, o congelamento total das nuvens de electrões não ocorre às temperaturas mais baixas. Orbitais completamente congeladas são proibidas pelo efeito túnel da mecânica quântica: as nuvens mantêm-se em movimento efectuando transições entre diferentes configurações de baixa energia.

(Fichtl *et al.*, *Physical Review Letters*, Janeiro de 2005)

impacto, levantando uma espécie de coroa de respingos verticais (ver figura). Mas, retirando parte da atmosfera, o respingo diminui surpreendentemente. A um quinto da atmosfera terrestre o salpico desaparece completamente, ficando uma mancha de água na superfície, mas não havendo respingo na vertical (ver filme em <http://kauzmann.uchicago.edu>). Aparentemente é a presença das moléculas do ar que fornece ao líquido as condições para este subir.

NUVENS DE ELECTRÕES CONGELAM

As nuvens de electrões podem congelar formando um "vidro orbital" a temperaturas suficientemente baixas. Na mecânica quântica, os electrões tomam o aspecto de "nuvens" (ou "orbitais") nos átomos e moléculas a que pertencem. Essas nuvens, que podem assumir várias formas como esferas ou halteres, representam as regiões onde com uma certa probabilidade se podem encontrar os electrões. Normalmente, os processos que envolvem nuvens de electrões são extremamente rápidos. Num inter-

Tendo sido detectado pela primeira vez pelo telescópio Lovell da Universidade de Manchester, a observação deste objecto foi confirmada pelo telescópio de Arecibo. O material desco-nhecido, que se pensa manter este tipo de galáxias coesas, é designado por "matéria negra", mas os cientistas sabem muito pouco sobre a sua natureza.

Uma equipa de astrónomos do Reino Unido, França, Itália e Austrália tem vindo a procurar galáxias negras usando as ondas de rádio em vez de luz visível. Têm vindo a estudar a distribuição dos átomos de hidrogénio no Universo.

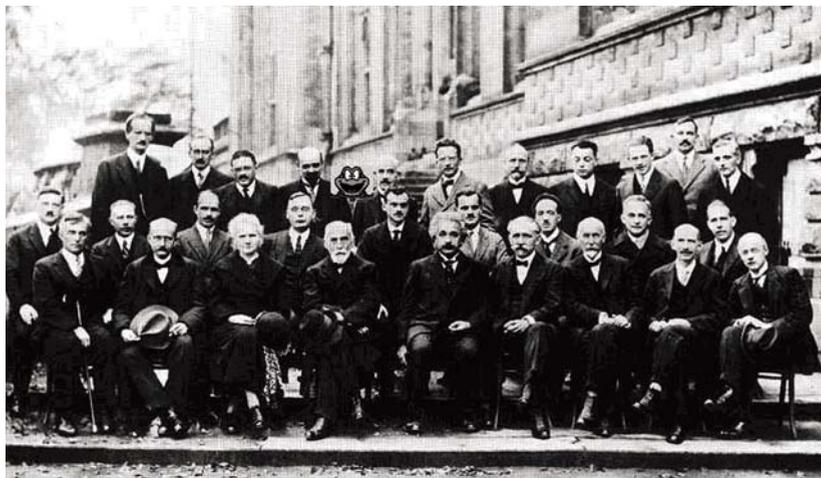
O gás hidrogénio não emite luz visível mas emite radiação, que pode ser detectada nos comprimentos de onda apropriados (rádio-frequências). No enxame de galáxias da Virgem, à distância de aproximadamente 50 milhões de anos-luz, a equipa encontrou uma massa de átomos de hidrogénio com 100 milhões de vezes a massa do Sol. Contudo, através da sua velocidade de rotação, chegou-se à conclusão de que a galáxia misteriosa, denominada VirgoHI21, tem afinal uma massa mil vezes superior à massa de átomos de hidrogénio. Isto significa que a galáxia contém algo mais que os átomos de hidrogénio: precisamente a matéria escura. Com essa massa, se fosse uma galáxia comum, deveria ser muito brilhante e seria visível com o auxílio de um bom telescópio amador.

Os astrónomos observaram pela primeira vez este objecto escuro em 2000, tendo demorado quase cinco anos a excluir todas as outras explicações possíveis. Aparentemente, a VirgoHI21 é a primeira galáxia negra a ser detectada.

ASTRONOVAS

astronovas-subscribe@oal.ul.pt

SOLVAY: O FILME



A. FICCARD E. HENRIOT P. EHRENFEST EG. HERZEN TL. DE DONDER E. SCHROEDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BRILLOUIN
 F. DEBYE M. KNOLSEN WL. BRAGG H.A. KRAMES P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON L. de BROGLIE M. BORN N. BOHR
 I. LANGMUIR M. PLANCK MRS CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGEVIN C.E. GUYE C.F.R. WELSON O.W. RICHARDSON

Conferência Solvay em 1927

Esta fotografia de um grupo de físicos tirada durante a Conferência Solvay, em 1927, na Bélgica, é considerada a mais famosa do mundo da física. Mas agora descobriu-se um pequeno filme de três minutos, no qual se podem ver vários Prémios Nobel da época e futuros (ao tempo), como Albert Einstein,

Marie Curie, Niels Bohr e Max Planck. Esquecido durante décadas, este filme foi mostrado em público pela primeira vez na reunião da Sociedade Americana de Física da Primavera de 2005, por Nancy Greenspan, autora de uma biografia de Max Born, *The End of the Certain World*.

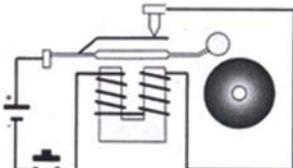




VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
 Rua Soeiro Pereira Gomes; 13 - R/C | <http://www.videeq.pt>
 BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
 PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO





FÍSICA

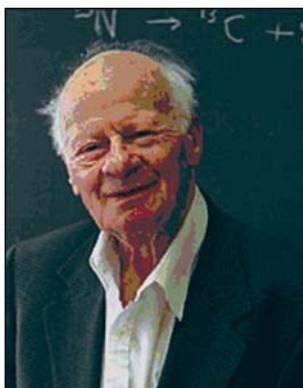
PESAR MOLÉCULAS

Michael Roukes e colegas seus do Caltech produziram um dos melhores sistemas electromecânicos à escala nanoscópica: trata-se de um sistema que consegue medir massas com a sensibilidade de cerca de um zeptograma, isto é, com um erro de apenas 10^{-21} gramas. Com este nível de precisão é possível medir a massa de moléculas individuais. Nas experiências que realizaram, foi detectada em tempo real a presença de agregados de xenon com apenas 30 átomos (7 zeptogramas, ou cerca de 4 quilodaltons, sendo o dalton a unidade de massa atômica). Estes sistemas têm aproximadamente a mesma massa que uma proteína pequena.

Massas tão pequenas como esta são medidas através do seu efeito num feixe de carboneto de silício oscilatório, que serve como elemento determinante da frequência num circuito. Assim, na prática, o feixe é colocado a vibrar com uma frequência superior a 100 MHz e depois exposto a uma colisão com biomoléculas. A presença de cada molécula que choca com o feixe é detectada por uma mudança na frequência de ressonância. Após um curto intervalo, a molécula é retirada e substituída por outra.

O uso de sistemas deste tipo pode revolucionar a bioengenharia, nomeadamente a investigação do cancro e das suas causas.

HANS BETHE (1906-2005)

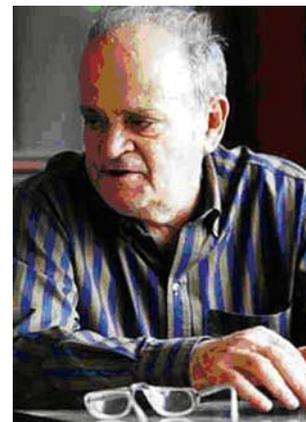


Morreu em Março passado Hans Bethe, um dos físicos mais importantes do século XX. Bethe foi fundador e principal impulsionador da astrofísica nuclear, tendo desenvolvido um trabalho pioneiro sobre as reacções de fusão nuclear nas estrelas, fonte da radiação por elas emitida. Por esse trabalho recebeu o Prémio Nobel da Física em 1967. São também da sua autoria outros trabalhos notáveis em física nuclear, teoria quântica de campos e física estatística. Foi um dos nomes cimeiros do Projecto Manhattan, tendo sido escolhido para director do Serviço de Física Teórica do Laboratório de Los Alamos.

Tal como Einstein, Bethe defendeu a construção da bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial, mas opôs-se decididamente à corrida ao armamento nuclear que se lhe seguiu, tendo lutado pelo desarmamento das grandes potências.

Hans Bethe foi sempre, ao longo de toda a sua vida, um entusiástico divulgador da ciência. A Universidade de Cornell, onde leccionou, tem disponível uma página intitulada "Perspectivas pessoais e históricas de Hans Bethe", que inclui biografia, fotos, referências bibliográficas e vídeos de três aulas suas (ver <http://bethe.cornell.edu>).

CÉSAR LATTES (1924-2005)



O brasileiro César Lattes, físico reconhecido no mundo inteiro pela descoberta do mesão pi (ou pião) morreu recentemente aos 80 anos, em Campinas, Brasil.

Lattes participou, quando jovem, nas investigações que conduziram à descoberta do mesão pi, uma partícula que contribuiu para a coesão do núcleo atômico.

Esta descoberta mereceu ao físico brasileiro a inclusão do seu nome nas melhores enciclopédias mundiais e livros sobre história da ciência.

César Lattes nasceu em Curitiba, em 1924, tendo-se formado em Física e Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo em 1943. Aos 23 anos, fundou o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro, instituição da qual foi director. Realizou diversos trabalhos de investigação no Brasil, além de incentivar parcerias académicas internacionais – a mais profícua delas com o Japão. Foi professor da Universidade de São Paulo e da Unicamp, em Campinas, da qual se reformou em 1986.

Director da Gazeta ganha Globo de Ouro

Novo Centro Ciência Viva em Tavira

Reunião sobre semicondutores

Astronomia para professores

Novo laboratório didáctico de engenharia biomédica

VII Encontro Nacional de Estudantes de Física

XX Conferência Internacional de Estudantes de Física

XI Encontro Nacional de Educação Científica

Matrix 2005 no Funchal

A Gazeta errou

FÍSICA EM PORTUGAL

DIRECTOR DA GAZETA GANHA GLOBO DE OURO

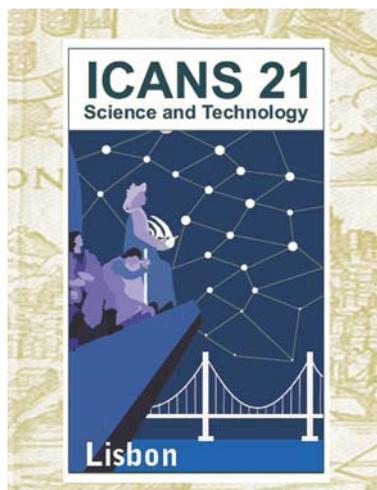
Carlos Fiolhais, director da Gazeta de Física, foi distinguido com um Globo de Ouro na área de ciência pela estação de televisão SIC e pela revista *Caras*. A cerimónia de entrega do prémio realizou-se em Abril no Coliseu dos Recreios de Lisboa. A Gala dos Globos de Ouro vai já na sua 10.^a edição e, desta vez, abriu o leque das áreas premiadas, entregando prémios nas áreas da Ciência, Economia, Artes e Desporto. Na área de Economia, o vencedor foi Jardim Gonçalves, na área das Artes, a distinção coube a António Lobo Antunes e, na área de Desporto, o globo foi atribuído a José Mourinho. Houve também prémios revelação, tendo sido distinguida na área da Ciência a médica Paula Ravasco.

NOVO CENTRO CIÊNCIA VIVA EM TAVIRA



Foi inaugurado no Convento do Carmo, em Tavira, em Abril passado

REUNIÃO SOBRE SEMICONDU-TORES



mais um Centro Ciência Viva. A cerimónia de inauguração contou com a presença do ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, José Mariano Gago, e do físico da Universidade Livre de Bruxelas, Manuel Paiva.

A água e a energia são os temas fundamentais deste Centro Ciência Viva. Experimentar quanto custa acender uma lâmpada com o trabalho dos nossos músculos, verificar como o caudal da água determina a energia produzida numa barragem, planear onde colocar estações de tratamento de águas para diminuir os efeitos de indústrias poluentes, fazer chover sobre uma pequena montanha ou observar a erosão provocada pela água, são alguns dos desafios que ali se podem encontrar.

Para além dos módulos expositivos, os espaços laboratoriais onde se desenvolvem actividades e realizam experiências conferem ao Centro uma forte componente experimental. Uma área de acesso à Internet completa a oferta deste espaço de divulgação científica.

O Centro Ciência Viva de Tavira é uma iniciativa conjunta da Agência Ciência Viva e da Câmara Municipal de Tavira, com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.

Para mais informação ver: <http://www.tavira.cienciaviva.pt>.

A 21.^a Conferência Internacional em Semicondutores Amorfos e Nanocristalinos vai realizar-se em Lisboa, entre 4 e 9 de Setembro de 2005, na Fundação Calouste Gulbenkian. Todas as informações podem ser obtidas em <http://www.icans21.org> ou através do *email*: icans21@fct.unl.pt.

ASTRONOMIA PARA PROFESSORES

O Observatório Astronómico de Lisboa vai realizar um curso de Astronomia para professores do Ensino Básico e Secundário nos dias 11, 12 e 13 de Julho.



O curso será leccionado pelos Doutores João Lin Yun, Paulo Crawford, Rui Agostinho, Maarten Roos e José Afonso. Dos tópicos a abordar destacam-se "O Céu visto pelos habitantes do planeta Terra", "O Universo próximo: o sistema solar",

"A nossa galáxia: estrelas e novos sistemas planetários", "O Universo distante: galáxias; cosmologia".

Os interessados em participar deverão obter mais informações junto de Eugénia Carvalho, Observatório Astronómico de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa ou por *e-mail* para escoladeverao@oal.ul.pt

Esta iniciativa tem a chancela do Programa Arquimedes. Para mais informações ver <http://www.oal.ul.pt>.

NOVO LABORATÓRIO DIDÁCTICO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

O Departamento de Física da Universidade de Coimbra inaugurou o laboratório didáctico de engenharia biomédica com o patrocínio do BPI. O novo espaço tem seis postos de trabalho, dispondo de computadores, software, interfaces, sensores, consumíveis e manuais necessários para a realização dos trabalhos, essencialmente na área da fisiologia. Existem protocolos para a execução de 17 trabalhos, servindo-se do equipamento existente.

Estes trabalhos versam os seguintes temas:

- Electromiografia (EMG padrão e integrado, unidade motora e fadiga)
- Electroencefalografia (relaxação e ritmos cerebrais, ondas alfa, beta, gama e teta, ondas alfa no lóbulo occipital)
- Electrocardiografia (componentes do ECG, eléctrodos bipolares, lei de Einthoven, eixo eléctrico médio no plano frontal)
- ECG e batimento (acção mecânica do coração e pressão arterial periférica, pletismografia)
- Ciclo respiratório (taxas respiratórias, profundidade relativa de respiração, regulação da ventilação)
- Resposta galvânica da pele e polígrafo
- Electrooculograma (movimento o-

cular, sacadas e fixação durante a leitura)

- Tempo de reacção
- Função pulmonar (volumes e capacidades, fluxos pulmonares, volume expiratório forçado e ventilação voluntária máxima)
- Bioretroacção (relaxação e excitação)
- Exercício de fisiologia aeróbica (ajustamentos respiratórios e cardio-vasculares)
- Pressão arterial (medida indirecta, sístole e diástole ventricular, sons de Korotkoff, pressão arterial média)
- Sons cardíacos (funções das válvulas cardíacas, relação entre os acontecimentos mecânicos e eléctricos num ciclo cardíaco).

O novo laboratório dispõe ainda de material da empresa Biopac para a construção e teste de circuitos electrónicos simples para tratar sinais biológicos (filtros, amplificadores, etc.).

VII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE FÍSICA



Lúcia Silva, Rui Meleiro e Luis Matos

O VII Encontro Nacional de Estudantes de Física (ENEF) decorreu em Coimbra entre 18 e 21 de Março. O ENEF foi organizado pelos estudantes Idália Torres, José Oliveira e Maria João Benquerença e teve como vencedores Lúcia Catarina Silva, da Universidade do Minho, com uma palestra intitulada "Efeito da Polarização no Polifluoreto de vinilideno na fase beta, através de medidas da função dieléctrica" e Rui Meleiro, da Universidade de Coimbra com uma palestra com o título "Estudo do funcionamento de

GEMS em vapor de xénon líquido". Foram ainda atribuídas duas menções honrosas a Pedro Russo da Universidade do Porto, pela palestra "Inércia térmica de Marte: implicações para a evolução geofísica", e a Luís de Almeida Matos da Universidade de Coimbra, que apresentou o trabalho "Retorno aos pólos, choques na terra dos mesões".

A organização, através da Gazeta de Física, agradece a colaboração dos membros do júri, Doutora Margarida Ramalho, Doutor Mikhail Vasilevskiy e Doutor Fernando Nogueira, dos palestrantes convidados, Doutor José Salcedo, Doutor Eef Van Beveren e Doutor Paulo Crawford, e da Sociedade Portuguesa de Física, nas pessoas do Doutor José Dias Urbano e do Doutor Augusto Barroso. Um agradecimento muito especial é devido ao Doutor José António Paixão, pelo apoio dado à realização deste encontro.

XX CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ESTUDANTES DE FÍSICA

Depois do VII Encontro Nacional de Estudantes de Física, Coimbra vai acolher de 11 a 18 de Agosto próximo a XX International Conference of Physics Students.

A Conferência é organizada pela Physis - Associação Portuguesa dos Estudantes de Física, cuja Direcção, para o biénio 2005-2007, é constituída pelos estudantes da Universidade de Coimbra Idália Claudina Marques Torres (presidente), Andréa Leite Gouvêa (secretária) e José Eduardo Gomes Oliveira (tesoureiro).

Mais informações estão disponíveis em <http://physis.fis.uc.pt/icps2005>, ou podem ser solicitadas através de icps2005@physis.fis.uc.pt.

XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

De 21 a 23 de Setembro próximo, na Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto, vai realizar-se o XI Encontro Nacional de Educação em Ciências, a par do 1º Encontro de Educação para uma Nova Cultura da Água.

Todas as informações podem ser encontradas no sítio <http://www.enec2005.ese.ipp.pt>.

MATRIX 2005 NO FUNCHAL



Vai realizar-se no Hotel Crowne Plaza do Funchal, de 24 a 29 de Julho, o "Matrix 2005", uma conferência destinada aos químicos e físicos que trabalham em espectroscopia de baixa temperatura e isolamento em matrizes. O encontro é organizado pelo Departamento de Química da Universidade de Coimbra.

Todas as informações encontram-se em <http://www.qui.uc.pt/~rfausto/matrix2005>.

A GAZETA ERROU



No seu último número, a Gazeta de Física publicou uma notícia e uma mini-entrevista sobre o Prémio Público/Gradiva atribuído a Francisco Natário. A ilustrá-la foi, por lapso, incluída uma foto que não é a do premiado. Pedimos as nossas mais sinceras desculpas aos visados. Para rectificar este lapso aqui fica a fotografia de Francisco Natário.

FÍSICA 2005 - FÍSICA PARA O SÉC. XXI



No encerramento do ciclo de celebrações do Ano Internacional da Física 2005, a Sociedade Portuguesa de Física organiza a XIV Conferência com o tema "Física para o século XXI".

COMISSÃO CIENTÍFICA

João Lopes dos Santos [UP] PRESIDENTE
Alfredo M.C. Rocha [UA]
Amélia Maio [UL]
Augusto Manuel Moutinho [UNL]
Décio Martins [UC]
Elvira Fortunato [UNL]
Filipe Duarte Santos [UL]
Isabel Malaquias [UA]
João J. Lima Pedroso [UC]
Jorge Crispim Romão [UTL]
José Miguel Rebordão [INETI]
José Fernando Mendes [UA]
José Luís Martins [INESC/IST]
José Luís Pires Ribeiro [UM]
José Tito Mendonça [UTL]
Lídia Ferreira [UTL]
Luís Miguel Bernardo [UP]
Margarida Costa [UC]
Margarida Tello da Gama [UL]
Paulo Freitas [INESC/IST]
Pedro Pina Avelino [UP]

COMISSÃO ORGANIZADORA

João Bessa Meneses Sousa [UP] PRESIDENTE
António Pereira Leite [UP]
Carlos Herdeiro [UP/SPF]
João Pedro Araújo [UP/SPF]
Joaquim Morgado [SPF]
M. Fátima Mota [UP/SPF]
Paulo Crawford [UL/SPF]
Vitor Amaral [UA/SPF]

1 · 2 · 3 - DEZEMBRO - 2005

CENTRO DE CONGRESSOS E EXPOSIÇÕES
EDIFÍCIO DA ALFÂNDEGA - PORTO

PROGRAMA

SESSÕES PLENÁRIAS

COMUNICAÇÕES ORAIS

DEBATE "A Percepção Pública da Física"

POSTERS (1,20x0,90) m²

EXPOSIÇÃO Projecto Faraday

Inscrição

ATÉ 31 DE OUTUBRO DE 2005

Sócios da SPF 25 euros

Não sócios da SPF 40 euros

Estudantes (Licenciatura) Gratuita

A PARTIR DE 1 DE NOVEMBRO DE 2005

Os valores anteriores são acrescidos em 50%.

Estudantes (Licenciatura) Regime normal

Submissão de Comunicações

Até 30 de Setembro de 2005

As comunicações aceites serão apresentadas em posters, pretendendo-se, nesta ocasião especial, celebrar as actividades desenvolvidas no País e conhecer a situação actual da Física em Portugal. Neste sentido, sugere-se uma apresentação num formato que perspective e englobe o trabalho desenvolvido em áreas/grupos de investigação, por contraposição a apresentações múltiplas que foquem tópicos muito específicos.

Informações

WEB <http://fisica2005.fc.up.pt>

E-MAIL spf@fc.up.pt

TEL. +351 226 082 729

FAX +351 226 082 706

Secretariado

Sociedade Portuguesa de Física
Delegação Regional do Norte
Rua do Campo Alegre, 687
4169-007 Porto

Design

Paulo Pereira



QUE PERCEÇÃO TÊM OS NOSSOS ALUNOS DA FÍSICA DAS RADIAÇÕES

Os autores efectuaram um estudo para obter uma visão da percepção que os estudantes têm da física das radiações. O estudo realizado em 2004 baseou-se num inquérito, distribuído a alunos de diferentes níveis de escolaridade e de escolas abrangendo todas as regiões de Portugal continental.

FLORBELA REGO

Escola Secundária de Alcácer do Sal
florbela_rego@iol.pt

LUIS PERALTA

Departamento de Física
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
luis@lip.pt

A Gazeta agradece o envio de contribuições para esta secção.

gazeta@teor.fis.uc.pt

ENSINO DA FÍSICA

QUE PERCEÇÃO TÊM OS NOSSOS ALUNOS DA FÍSICA DAS RADIAÇÕES

O termo "radiação" engloba fenómenos físicos de natureza muito diversa e efeitos muito diferentes. Basta pensar que existem radiações constituídas por partículas neutras (por exemplo, fótons ou neutrões) ou carregadas (electrões, prótons, partículas alfa, etc.). As radiações podem ter origem em fontes naturais ou artificiais. Apesar de não ser fácil dar uma definição universal do termo "radiação", o seu uso corrente está generalizado. Porém, a informação e formação qualificada estão ausentes da escola. Contrariando a sua importância e impacto na vida moderna (basta, por exemplo, pensar na recente revolução das comunicações, que se serve de potentes transmissores de ondas electro-magnéticas), o conhecimento geral que a população tem sobre o assunto é muitas vezes limitado à visão transmitida pelos *media*.

Com efeito, o tratamento deste assunto tem permanecido afastado das aulas de Física. Os poucos conteúdos ensinados surgem nos *curricula* de Química. A introdução há anos nos conteúdos do 9.º ano de escolaridade de uma área temática (opcional) sobre "Radiação e Ambiente", onde diversos conceitos relativos à radiação podiam ser discutidos, não melhorou muito a situação. Através de contactos com diversos docentes que leccionaram o 9.º ano, verificámos que muitos evitavam leccionar este módulo por não terem a preparação suficiente para o fazer.

Tendo presente este panorama surgiu a ideia de efectuar um estudo que desse uma visão, ainda que incompleta, da percepção que os estudantes têm actualmente da física de radiações. Outros autores portugueses têm abordado esta tema [1,2], mas parece-nos que o nível de discussão que o assunto merece ainda não foi atingido. O nosso estudo teve por base um inquérito, distribuído a alunos

Apresentamos de seguida alguns dos resultados obtidos, que nos parecem representativos da visão dos alunos.



Fig. 1: Distribuição da amostra de acordo com o nível de escolaridade.

dos diferentes níveis de escolaridade e de escolas de todas as regiões de Portugal continental [3]. Este artigo, longe de apresentar o relatório completo das conclusões obtidas, visa focar alguns aspectos mais curiosos ou polémicos encontrados nas respostas dos alunos, que poderão dar lugar a um debate mais amplo. No âmbito desse debate seria interessante avaliar qual é a preparação dos docentes dos ensinos básico e secundário nesta matéria. Apoiados apenas no nosso contacto pessoal com diversos docentes, arriscamos afirmar que o panorama não é seguramente muito animador. Aliás este problema inserese na problemática mais alargada do ensino da física moderna no básico e secundário.

Apresentação e discussão de alguns resultados

O estudo assentou num inquérito constituído por questões de resposta Sim ou Não, e por questões de opinião, expressas através de uma escala de 5 pontos (Discordo Totalmente, Discordo, Não Discordo nem Concordo, Concordo e Concordo Totalmente).

Na primeira parte do inquérito, pretendíamos saber qual é o conhecimento que os alunos têm dos diferentes tipos de radiação, ao passo que na segunda parte pretendíamos saber qual é o grau de conhecimento sobre aplicações e segurança com radiações.

O inquérito foi fornecido a 1246 alunos de diferentes níveis de escolaridade (básico, secundário e superior), de dezanove localidades de Portugal continental (Vendas Novas, Lisboa, Leiria, Redondo, Mafra, Alcácer do Sal, Santarém, Faro, Beja, Évora, Covilhã, Odivelas, Celorico de Basto, Vila Real, Montemor-o-Novo, Grândola, Vila Real de S. António, Lagos, Vagos), sendo a repartição dos alunos pelos três níveis de ensino apresentada na Fig. 1. Incluíram-se também alunos de diversos cursos universitários.

Assim, quando questionados sobre "a existência de radiações", verificámos que 94% dos alunos afirmaram já ter ouvido falar em radiações. Contudo, 86% diz não saber distinguir radiações ionizantes de não ionizantes, uma percentagem que na nossa opinião só pode surpreender por não ser mais elevada! Noutra questão os alunos foram confrontados com diversos tipos de radiação, pedindo-se que identificassem as que conheciam. O resultado apresentado na Fig. 2 surpreende quando verificamos que apenas pouco mais de 10% dos alunos do ensino básico e 34% dos alunos do ensino secundário afirmou conhecer a radiação visível. Já uma larga maioria afirmou conhecer as radiações X e ultravioleta, o que se compreende dado por um lado o destaque que estes tipos de radiação têm na comunicação social e por outro lado a utilização generalizada de radiografias na prática clínica.

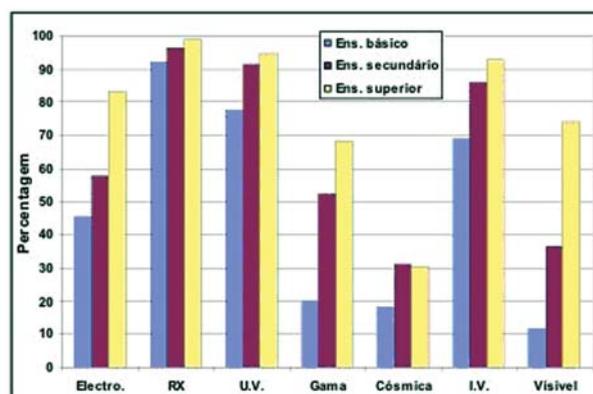


Fig. 2: Identificação de diversos tipos de radiação. É apresentada em cada coluna a percentagem de alunos que afirmou conhecer o correspondente tipo de radiação (electromagnética, raios-X, ultravioletas, gama, cósmica, infravermelha e visível).

Das respostas dadas a este *item* pode inferir-se que os alunos do ensino básico e secundário não conseguem identificar a natureza electromagnética da maioria das radiações apresentadas dado que apenas 45% e 58%, respectivamente, disseram conhecer a radiação electro-

magnética. Outro facto curioso é que apenas 12% de todos os alunos afirmaram conhecer todos os tipos de radiação apresentados (em média identificaram quatro tipos diferentes). Os alunos foram também questionados sobre o seu conhecimento de fontes de radiação natural. O resultado das respostas dadas encontra-se resumido na Fig. 3.

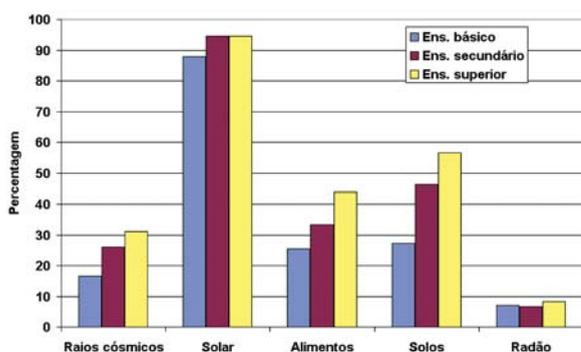


Fig. 3: Identificação de diversos tipos de fonte de radiação. É apresentada em cada coluna a percentagem de alunos que afirmou conhecer a correspondente fonte de radiação.

Verificamos que, com a excepção do Sol, as outras fontes de radiação são em larga medida desconhecidas dos alunos. De destacar neste gráfico o desconhecimento quase total da existência do radão como fonte de radiação. Este é um ponto a merecer reflexão, visto que, de acordo com dados oficiais [4], mais de 50% da dose fornecida por fontes naturais de radiação se deve à presença do radão no ambiente.

Relativamente à segunda parte do questionário, constituída por vinte *items*, vamos apenas discutir alguns pontos que se nos afiguram mais relevantes pelas informações que nos dão sobre os conhecimentos dos alunos relativos a física das radiações e radiobiologia.

Assim, quando confrontados com a afirmação "Todas as radiações possuem as mesmas características", uma percentagem de alunos superior a 85% dos ensinos secundário e superior responderam "concordo/ concordo totalmente". O resultado pode não surpreender, mas é sintomático do desconhecimento mais ou menos generalizado sobre o termo "radiação".

Também encontrámos, no que diz respeito aos efeitos biológicos das radiações e doses administradas, respostas muito curiosas. De entre várias, focamos duas. Relativamente à afirmação "As radiações podem provocar o cancro, mas ao mesmo tempo podem ser utilizadas para o seu tratamento", cerca de 41% dos alunos do básico concordava, mas 45% não tinha opinião formada. A situação melhora à medida que a escolaridade aumenta, com 56% (75%) dos alunos do secundário (superior) a concordarem com a afirmação e apenas 36% (22%) a não terem opinião formada. Estranho é também o facto

de 52% dos alunos do ensino básico não ter opinião formada sobre a afirmação "As doses de radiação recebidas numa radiografia são menores do que num tratamento de cancro", e a manutenção dessa falta de opinião nos alunos do secundário (49%) e superior (44%).

Com esta breve apresentação de resultados, pretendemos alertar os professores de Física para o panorama pouco satisfatório do ensino e aprendizagem de temas de física moderna nas nossas escolas básicas e secundárias. Muitos colegas têm ao longo dos últimos anos chamado a atenção para este facto, mas, lendo os programas homologados do ensino secundário para o 10.º e 11.º anos [5,6], verificamos que ainda não houve a coragem de incluir estas matérias. Registamos, contudo, como um facto muito positivo a inclusão de um capítulo de física moderna no novo programa da disciplina de física do 12.º ano [7], onde são abordados vários tópicos da física das radiações.

AGRADECIMENTOS

A todos os alunos, professores e demais pessoas que nos ajudaram.

REFERÊNCIAS:

- [1] Jorge, J. e Leite, M. S., "O Ensino da área temática Radiação e Ambiente no 3º ciclo do Ensino Básico", *Livro de Resumos da 9ª Conferência Nacional de Física*, Covilhã, 1994.
- [2] Mendes, M. e Leite, M. S., "Radiação e Ambiente no Ensino Secundário", *Livro de Resumos da 13ª Conferência Nacional de Física*, Évora, 2002.
- [3] Rego, F., *A Física das Radiações no Ensino*, Universidade de Lisboa, 2004, http://www.lip.pt/~luis/teses/florbela_rego_tese.pdf
- [4] Radão: um gás radioactivo de origem natural (2004) http://www.itn.pt/Dprsn/itn_gas_radao.pps
- [5] Programa de Física e Química do 10º ano (2001), http://w3.des.min-edu.pt/download/prog_hom/fisica_quimica_a_10_homol_nova_ver.pdf
- [6] Programa de Física e Química do 11º ano (2003), http://w3.des.min-edu.pt/download/prog_hom/fisica_quimica_a_11_homol.pdf
- [7] Programa de Física do 12º ano (2004), http://w3.des.min-edu.pt/download/prog_hom/fisica_12_homol.pdf

A Secção "Olimpíadas de Física" é dirigida por Manuel Fiolhais, José António Paixão e Fernando Nogueira do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra

OLIMPIADAS DE FÍSICA

FASE REGIONAL

Realizou-se no passado dia 14 de Maio, em Lisboa, Coimbra e Porto, a fase regional das Olimpíadas de Física. Participaram na competição 435 alunos, 87 equipas do escalão A (9º ano) e 175 alunos do escalão B (11º ano), que concorreram individualmente, envolvendo no evento cerca de 120 escolas.

As provas, que incluem parte teórica e experimental, podem ser consultadas na página Internet das Olimpíadas de Física (ver mais à frente). Durante a realização das provas decorreram várias palestras e visitas aos Departamentos de Física onde estas se realizaram, destinadas a professores.

Na Delegação Centro os alunos e professores tiveram oportunidade de ouvir a palestra "Olá Tio Albert!", proferida pelo Doutor Manuel Fiolhais, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC).

A Delegação Sul e Ilhas organizou duas palestras para os professores, "A vida e obra de Einstein", pelo Doutor António Manuel Nunes dos Santos, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) e "O Ensino Experimental da Física" pelo Doutor Orlando Teodoro (FCT/UNL). Foi ainda projectado o filme "Contacto", a que se seguiu uma mesa redonda moderada pelo Doutor Paulo Crawford da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL).

Na Delegação Norte os professores acompanhantes participaram na palestra "A Física nas telecomunicações", proferida pelo Doutor Manuel Joaquim Marques, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). Após o almoço, alunos e professores estiveram envolvidos na realização de algumas experiências e demonstrações.



UNIÃO EUROPEIA

FUNDOS ESTRUTURAIS



GOVERNO DA REPÚBLICA PORTUGUESA



olimpiadas@teor.fis.uc.pt
<http://olimpiadas.fis.uc.pt>

A Sociedade Portuguesa de Física agradece aos Departamentos de Física da FCT/UNL, FCUP, FCTUC, Ministérios da Educação e da Ciência e do Ensino Superior, Serviços Sociais da UC, Nestlé, Texas Instruments, Porto Editora e Hipermercados Continente os apoios concedidos.

A SPF agradece ainda reconhecidamente aos docentes, funcionários e estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento dos Departamentos de Física onde decorreram as provas toda a colaboração prestada, sem a qual não teria sido possível levar a bom termo a etapa regional das Olimpíadas de Física 2005.

Os vencedores desta etapa das Olimpíadas foram:

Delegação Regional do Norte

Escalão A



O escalão A durante a prova experimental.

- **Medalha de Ouro:** André Vieira, Inês Sampaio, Tiago Coimbra, do Colégio de Gaia.
- **Medalha de Prata:** Ana Osório, José Gouveia, Paulo Valente, do Colégio Internato dos Carvalhos.
- **Medalha de Bronze:** Luís Coutinho, Nuno Campos, Rui Gonçalves, da Escola S/3 Arquitecto Oliveira Ferreira, de Arcozelo.

Escalão B

- **Medalha de Ouro:** Leonardo Gonçalves Novo, da Escola Secundária da Maia.
- **Medalha de Prata:** João Miguel Batista, da Escola Secundária Carlos Amarante de Braga.
- **Medalha de Bronze:** Flávio de Sousa Coelho, do Colégio Luso-Francês, do Porto.
- **Menções Honrosas:** Luís Morgado, da Escola Secundária da Maia; João Carlos Cardoso da Costa, da Escola Secundária Carlos Amarante, de Braga; Marco André Costa Ferreira, da Escola Secundária da Trofa; Jorge Filipe Alvim Martins, da Escola Secundária Almeida Garrett, de Vila Nova de Gaia; Miguel Pinto Hespanhol Santos, da Escola Secundária Aurélia de Sousa, do Porto; Carlos André Ferreira da Silva, da Escola Secundária da Trofa; Filipe José Neto Direito, da Escola Secundária de Valpaços.

Delegação Regional do Centro

Escalão A



Uma equipa do escalão A durante a prova experimental.

- **Medalha de Ouro:** Flávio Monteiro, Luís Crisóstomo, Solange Pereira, do Externato Cooperativa da Benedita.
- **Medalha de Prata:** David Silva, André Florindo, Bernardo Pereira, da Escola Básica Integrada de Oliveira de Frades.
- **Medalha de Bronze:** Tomás Fidélis, André Pereira, Rui Costa, da Escola Secundária José Estevão, Aveiro.

Escalão B

- **Medalha de Ouro:** Miguel Rogério Figueiredo Nogueira, da Escola Secundária Eng. Acácio Calazans Duarte, Marinha Grande.
- **Medalha de Prata:** Sara Queirós Couceiro, da Escola Secundária D. Duarte, Coimbra.
- **Medalha de Bronze:** José Pedro Bandeira Rodrigues, da Escola Secundária de S. Pedro do Sul.
- **Menções Honrosas:** Norberto Loureiro Cardoso, Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu; Filipe Alexandre Santana Macedo, Escola Secundária/3 Dr. Joaquim Dias Rebelo, Moimenta da Beira; Angelo José Di Nillo Hernández, Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu; Emanuel Homem Ferreira Marques, Escola Secundária de Vouzela; Filipe Miguel Figueiredo Murtinheira, Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu; João Pedro Figueiredo Gomes, Escola Secundária Martinho Árias, Soure; José Luís Teixeira, Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo, Leiria.

Delegação Regional do Sul e Ilhas

Escalão A

- **Medalha de Ouro:** Catarina Pinho, Mariana Barros, Raquel Azevedo, da Escola Secundária de Ferreira Dias, Cacém.
- **Medalha de Prata:** Luís Castro, Nuno Moreira, da Escola Básica 2,3 de Eugénio dos Santos, Lisboa.
- **Medalha de Bronze:** Tiago Costa, João Simas, Zoe Argyroulou, da Escola Básica Integrada de Vila Franca do Campo.

Escalão B



Aluno do escalão B reflectindo sobre a montagem experimental.

- **Medalha de Ouro:** João Manuel Gonçalves Caldeira, da Escola Secundária Emídio Navarro, Almada.
- **Medalha de Prata:** Cristiano Filipe Ribeiro da Conceição, da Escola Secundária de Ferreira Dias, Cacém.
- **Medalha de Bronze:** André Filipe de França, da Escola Secundária Emídio Navarro, Almada.
- **Menções Honrosas:** José Germano Carneiro, Escola 2,3/S Padre Maurício de Freitas, Santa Cruz das Flores, Açores; Hélio João Ribeiro da Conceição, Escola Secundária de Ferreira Dias, Cacém; Mário Rui Neves Rodrigues, Escola Secundária de Silves; Taíssa Alexandra Lourenço Gamito Pereira, Escola Secundária Manuel da Fonseca, Santiago do Cacém; Jorge Manuel Santos, Escola Secundária Dr. Solano de Abreu, Abrantes; Pedro André Viegas Carvalho, Escola Secundária José Gomes Ferreira, Lisboa; Daniel Henrique Martins, Escola Secundária Alfredo da Silva, Barreiro.

APURAMENTO PARA AS OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS

Realizaram-se em Fevereiro e Abril duas sessões de preparação dos alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais e Ibero-Americanas de Física. Para além dos *team-leaders*, colaboraram nestas sessões os docentes do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, Pedro Alberto, Lucília Brito, Francisco Gil, e Rui Vilão, e o aluno da licenciatura em Física da FCTUC e ex-olímpico Miguel Fiolhais. Agradece-se a todos a valiosa colaboração.

As provas de apuramento decorreram no Departamento de Física da FCTUC no dia 20 de Maio. Ficaram seleccionados para participar na XXXVI International Physics Olympiad (<http://www.ipho2005.com/>) que decorrerá de 3 a 12 de Julho, em Salamanca (Espanha), os seguintes cinco alunos (por ordem de classificação):

1. José Diogo Magalhães Rio Fernandes, da Escola Secundária de Gondomar.
2. Eduardo Manuel Dias, da Escola Secundária Domingos Sequeira, Leiria.
3. João Dias Caetano Silva, da Escola Secundária da Trofa
4. Pedro Daniel Graça Casau, da Escola Secundária José Estevão, Aveiro.

5. João Gonçalo Nunes Santiago, da Escola Secundária Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz.

Ficaram seleccionados para participar na X Olimpíada Ibero-americana de Física que decorrerá na cidade de Colonia del Sacramento, Uruguai, de 18 a 24 de Setembro, os seguintes quatro alunos (por ordem de classificação):

1. Carlos David de Oliveira Pinto, da Escola Secundária de S. Pedro do Sul.
2. Miguel António Tábuas da Cunha Pereira, da Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo, Leiria.
3. Noel Costa Leitão, da Escola Secundária da Lourinhã.
4. Pedro João Lobo César Medeiros Costa, da Escola Secundária Fonseca Benevides, Lisboa.

Participaram ainda nas provas de apuramento (por ordem alfabética):

Cristiano Miguel da Silva Cruz, da Escola Secundária da Lourinhã e Susana Patrícia Amor dos Santos, da Escola Secundária Jácome Ratton, Tomar.

À semelhança das competições internacionais, as provas de selecção tiveram uma parte teórica e uma parte experimental. As provas, e as respectivas resoluções, estão disponíveis em <http://olimpiadas.fis.uc.pt/apuramento.htm>.

A SPF agradece aos seguintes professores do ensino secundário que, ao longo do ano lectivo 2004/2005, acompanharam os alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais e Ibero-Americanas de Física:

Maria da Conceição Babo, da Escola Secundária de Gondomar; Luís Manuel de Carvalho Carreira, da Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo, Leiria; Ruben Augusto Cruz Miranda, da Escola Secundária Domingos Sequeira, Leiria; José Ernesto Xavier de Cintra Maurício, da Escola Secundária Fonseca Benevides, Lisboa; Alice Campos, da Escola Secundária da Trofa; António Deodato, da Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa; António Manuel Bandeira Rodrigues, da Escola Secundária de S. Pedro do Sul; Carlos Alberto Portela, da Escola Secundária Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz; Maria do Rosário Mergulhão e Tomé David Costa, da Escola Secundária da Lourinhã; Maria da Conceição Condeço de Carvalho, da Escola Secundária Jácome Ratton, Tomar; Maria da Graça Almeida Seabra e Frade Ruivo, da Escola Secundária José Estevão, Aveiro.

As Olimpíadas de Física têm o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, do Ministério da Educação e do Programa Operacional "Ciência, Tecnologia, Inovação" e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional.

LIVROS NOVOS

Registam-se os seguintes títulos novos sobre temas de Física, de ciência em geral ou de educação, publicados nos últimos meses:

Fernando Carvalho Rodrigues
Convoquem a Alma
Publicações Europa-América, 2005

George Gamow e Russell Stannard,
O Novo Mundo do Sr. Tompkins
Gradiva, 2005

Helena Carvalhão Buescu e Gonçalo Cordeiro (coord.)
O Grande Terramoto de Lisboa
Ficar Diferente
Gradiva, 2005

Isaac Newton
O Método das Fluxões e das Séries Infinitas
Associação de Professores de Matemática: Editorial
Prometeu, 2004

John D. Barrow,
Impossibilidade - Os Limites da Ciência e a Ciência dos Limites
Editorial Bizâncio, 2005

John Stachel
O Annus Mirabilis de Einstein
Cinco artigos que revolucionaram a física
Gradiva, 2005

Jorge Dias de Deus e Teresa Peña
Einstein, Albert Einstein
Homem, Cidadão, Cientista
Gradiva, 2005

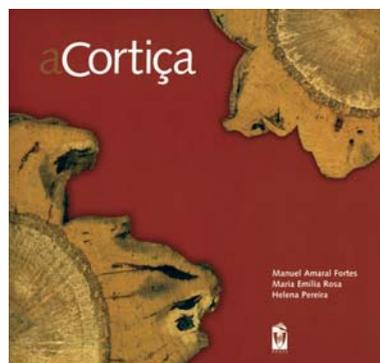
Manuel Heitor (coord.)
Pensar e Fazer: engenharia com os mais novos
Dom Quixote, 2004

Michio Kaku
O Cosmos de Einstein
Como a Visão de Albert Einstein Transformou a Nossa Concepção do Espaço e do Tempo
Gradiva, 2005

Peter Galison
Os Relógios de Einstein e os Mapas de Poincaré
Impérios do Tempo
Gradiva, 2005

Agradecemos aos editores o envio de novos livros de ciência e/ou educação, aos quais faremos a devida referência.

TUDO SOBRE CORTIÇA



Manuel Amaral Fortes, Maria Emília Rosa e Helena Pereira
A Cortiça
IST Press, 2004

"Este livro pretende ser um texto de Ciência dos Materiais dedicado à cortiça, que permita a divulgação, de uma forma acessível e didáctica - mas também rigorosa -, dos conhecimentos científicos existentes e, desejavelmente, originar outros, simultaneamente evidenciando as razões da defesa da cortiça na sua competição com os materiais sintéticos, em particular nas aplicações destes em rolhas.

São incluídos capítulos sobre a formação da cortiça no sobreiro, sobre a química da cortiça e sobre a sua estrutura celular. Uma grande parte do livro é dedicada às propriedades da cortiça, particularmente as propriedades mecânicas.

Há também capítulos sobre a indústria corticeira e sobre os seus principais produtos, com destaque, naturalmente, para rolhas de cortiça natural. Muitos dos resultados apresentados provêm do trabalho de investigação científica realizado pelos autores ao longo dos últimos 20 anos.

(...)

Estamos em crer que este livro poderá vir a ser um texto de referência actualizado, útil a todos os que se interessam pela cortiça, ainda que apenas como utilizadores de saca-rolhas..."

(do prefácio)

Numa altura em que o sobreiro, alvo de leis de protecção desde os tempos de D. Dinis, é abatido por interesses privados para dar lugar a empreendi-

mentos imobiliários, e ao mesmo tempo, ser objecto de atenção dos *media* (ver artigos no *Público* de 28 de Março de 2005), este livro é muito oportuno.

A Cortiça é um excelente texto de Ciência e Engenharia dos Materiais, mais especificamente, do âmbito dos materiais celulares. O livro é de leitura fácil e agradável, mesmo para não especialistas. Embora seja uma obra científica, apresenta-se profusamente ilustrada com desenhos e fotografias de elevada qualidade e beleza. O seu conteúdo, explanado por onze capítulos, vai desde a formação da cortiça na árvore até à indústria e aos produtos de cortiça, passando pela descrição da topologia das células, da estrutura e da composição química da cortiça e das suas propriedades físicas, fazendo uma análise pormenorizada das propriedades mecânicas e ainda das propriedades térmicas, viscoelásticas e acústicas. São de realçar os capítulos sobre estrutura e propriedades mecânicas, sendo a cortiça tratada como um exemplo paradigmático dos materiais celulares. A apresentação das várias propriedades físicas é sempre feita de modo abrangente, com grande rigor científico e elegância e acompanhada de esquemas e fotografias de grande clareza. O texto é cuidadosamente seguido por referências bibliográficas, a mais antiga das quais data de 1664 (*Micrographia*, de Robert Hooke), e contém informação pormenorizada, nomeadamente sobre legislação, sendo ainda de relevar o apropriado uso da gíria corticeira.

Sendo muito limitada a bibliografia científica e técnica sobre a cortiça, este livro vem colmatar, em parte, essa grave lacuna, oferecendo uma visão global de um produto natural que alimenta uma das mais importantes indústrias nacionais, e que gera 950 milhões de euros por ano. É um livro que certamente interessará aos industriais e profissionais do sector, e a técnicos e engenheiros das áreas da Física, Química e da Ciência e Engenharia de Materiais.

Luís Alcácer
Instituto Superior Técnico
alcacer@gsi.ist.utl.pt

CIÊNCIA PARA OS MAIS PEQUENOS



Jorge Casimiro
Experiências que fizeram História
Lisboa Editora, 2004



Jorge Casimiro
Viva a simplicidade
Lisboa Editora, 2004

São quatro os livros da autoria de Jorge Casimiro que compõem a colecção "Eureka! Falar de Ciência", da Lisboa Editora. *As velas que abriram o Mundo*, *A estrela de Belém*, *Experiências que fizeram História* e *Viva a simplicidade*. É destes dois últimos que aqui se falará.

Em *Experiências que fizeram História*, Jorge Casimiro apresenta aos leitores mais jovens quatro cientistas e as suas descobertas. São eles Galileu Galilei, Jean Bernard Foucault, Hans Christian Oersted e Michael Faraday.

De Galileu o livro aborda a experiência do plano inclinado e da aceleração da gravidade, incluindo dois poemas dedicados ao cientista, um da autoria de António Gedeão e outro do próprio Jorge Casimiro. Segue então para Foucault, referindo a sua "missão" de mostrar ao mundo que a terra girava, usando o famoso pêndulo que hoje tem o seu nome. Mais uma vez surgem alguns poemas dedicados ao assunto em causa e um excerto da obra de Umberto Eco, *O Pêndulo de*

Foucault. Electricidade e galvanismo são o mote para apresentar Oersted, físico e químico dinamarquês que inaugurou o electromagnetismo. Finalmente, surge Faraday através da descoberta do fenómeno da indução electromagnética que deu origem à moderna produção de corrente eléctrica.

Por outro lado, em *Viva a simplicidade*, Jorge Casimiro apresenta aos leitores Guilherme de Occam, Cláudio Ptolomeu, Nicolau Copérnico, Tycho Brahe e Johannes Kepler. Uma teoria é válida enquanto vale? O Sol gira em torno da Terra ou a Terra em torno do Sol? E quem são os gigantes da Ilha de Páscoa? Estas são algumas das dúvidas esclarecidas ao longo deste livro, em que se aborda o princípio de Occam, alguns segredos da Ilha de Páscoa, os sistemas geocêntrico e heliocêntrico, retrogradações, deferentes e epiciclos, e o sistema planetário de Kepler.

Ambos os livros terminam com um glossário e dicas para saber mais sobre os assuntos abordados.

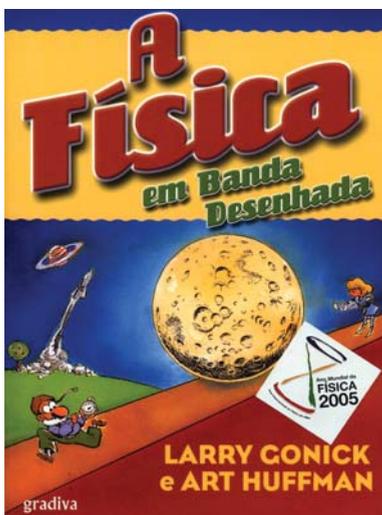
Recomendam-se vivamente! São excelentes prendas para os leitores mais pequenos!

P. A. Almeida
gazeta@teor.fis.uc.pt

FÍSICA AOS QUADRADINHOS

Larry Gonick não é um cartoonista qualquer. É detentor de uma licenciatura e de um mestrado em Matemática concedidos pela Universidade de Harvard, em Boston, nos Estados Unidos e foi investigador e professor de matemática. O seu sítio na Internet (<http://www.larrygonick.com>) informa-nos que é um desenhador de banda desenhada com habilitações a mais (um *overeducat-ed...*) Entre os livros de banda desenhada de que é autor contam-se vários livros de ciência bem informados: há guias de genética, de estatística, de computadores, etc. (é também autor de um guia de sexo em banda desenhada!). Além disso publicou, num formato maior, um *Cartoon Guide to the Universe* que conta, nos

três volumes disponíveis até agora, a história do mundo e da humanidade desde o *Big Bang* até à Idade Média (aguardam-se os próximos volumes). Tal como os livros de ciência estes livros de história têm sido recomendados por várias escolas, incluindo universidades (Harvard, claro, mas também o vizinho MIT e muitas outras devidamente listadas no sítio). O primeiro volume do *Cartoon Guide to the Universe* exhibe na contracapa uma recomendação entusiástica do conhecido astrofísico Carl Sagan, o que mostra que os cientistas também lêem e gostam de banda desenhada. E o terceiro volume desta obra ganhou há dois anos um prémio a nível mundial, o "Harvey", para o melhor livro de cartoons.



Larry Gonick e Art Huffman
Física em Banda Desenhada
Gradiva, 2005

O outro autor de *A Física em Banda Desenhada* (no original *Cartoon Guide to Physics*) é Arthur Huffman, professor de Física na Universidade da Califórnia - Los Angeles. Da combinação do trabalho dos dois resultou uma interessante introdução à Física, que é ao mesmo tempo séria e divertida. A Física está correcta e a sua apresentação em banda desenhada está polvilhada de humor, um humor inteligente que pretende e consegue prender a atenção do leitor. O cartoonista Gonick reconhece a importância da colaboração do físico Huffman. Diz na sua curta autobiografia, no final do livro, que no liceu sofreu tanto com a Física como

com a sua primeira namorada... E que foi só com Huffman que finalmente começou a compreender "a coisa" (a Física é, evidentemente, "a coisa").

A capa dá logo uma ideia da dificuldade tradicionalmente associada à "coisa". Uma enorme lua rola por um plano inclinado abaixo ameaçando esmagar o herói da banda desenhada, que se chama Zé na tradução portuguesa feita com cuidado – mas também com alguma liberdade, pois é muito difícil traduzir humor – por Marta Entradas. O livro destina-se, como é evidente, a tornar mais acessível a Física. A forma de banda desenhada facilita desde logo a aproximação aos leitores mais jovens. Os destinatários preferenciais são os alunos do secundário, que já têm alguns conhecimentos de Física, embora o livro seja também útil para alunos universitários e outras pessoas interessadas pela "coisa". Não é bem um livro para alunos mais novos...

Talvez o aspecto mais curioso do livro seja o facto de ele não dispensar a matemática. Outra coisa não seria de esperar pois a descrição do mundo que é a Física faz-se de uma maneira mais simples (e elegante) recorrendo à linguagem matemática e nem um físico nem um matemático têm medo da matemática... Mas, convenhamos, não é comum um livro aos quadradinhos apresentar fórmulas. Logo na primeira página, Gonick e Huffman explicam, com a ajuda de um engraçado automóvel pilotado pelo Zé, o que é a velocidade recorrendo a uma fórmula: no movimento uniforme, isto é, com velocidade constante, a distância percorrida é igual ao produto da velocidade pelo tempo. Parece fácil e é fácil! Mas a "coisa" complica-se logo a seguir... No caso do movimento com velocidade variável, isto é, movimento com aceleração, pode definir-se velocidade média e, tomando a velocidade média em intervalos de tempo muito pequenos, velocidade instantânea. À semelhança do que acontece com a velocidade, define-se a aceleração, tanto média como instantânea. E a aceleração está intimamente ligada à força, como sabe qualquer condutor de um carro! O

livro começa, portanto, com a descrição do movimento, a mecânica clássica de Galileu e Newton, seguindo-se a descrição dos fenómenos eléctricos e magnéticos, o electromagnetismo de Oersted, Faraday, Ampère e Maxwell. A parte do electromagnetismo é bem "apimentada" por dois capítulos de física moderna, um que trata a teoria da relatividade restrita e o outro a electrodinâmica quântica. Como os próprios autores fazem questão de dizer no início do capítulo da relatividade, esse é um "*capítulo muito perigoso*", que parece "*fugido de um livro de Física avançada*".

O capítulo da relatividade é particularmente interessante pois ensaia a transmissão de conceitos que não são reconhecidamente fáceis por uma via pouco comum. A teoria da relatividade é introduzida da mesma maneira que, há cem anos exactos, Einstein fez. O jovem de vinte e seis anos, na altura funcionário de uma repartição de patentes na cidade suíça de Berna, foi o autor solitário do artigo fundador da relatividade restrita intitulado "Sobre a electrodinâmica dos corpos em movimento" que começa, precisamente, por analisar como dois observadores, em movimento relativo, observam os mesmos fenómenos electromagnéticos. Uma experiência simples como a experiência de Faraday na qual um íman se move relativamente a um circuito condutor, produzindo neste uma corrente eléctrica, é vista de maneira diferente por dois observadores, um ligado ao circuito e outro ligado ao íman. Mas os dois têm de estar de acordo sobre as leis que regem os fenómenos electromagnéticos que observam. Este raciocínio, exposto em poucas páginas da banda desenhada, conduz à dilatação do tempo em relógios móveis, à contracção do espaço em réguas móveis e ainda ao aumento da inércia em corpos animados de velocidade elevada. Com Einstein deixa de haver tempo absoluto e espaço absoluto, nos quais Galileu e Newton acreditavam, e passa a haver tempo e espaço relativos, tal como nós passámos a acreditar. As modificações da doutrina de Galileu e de Newton só são perceptíveis para veloci-

dades próximas da velocidade da luz, de modo que, na teoria da relatividade de Einstein, Galileu e Newton continuam a fazer sentido no domínio das pequenas velocidades.

Este avanço das ciências é representado em *A Física em Banda Desenhada* por um desenho feliz. Einstein aparece aos ombros de Newton que por sua vez aparece aos ombros de Galileu, numa autêntica pirâmide humana. A metáfora é conhecida e deve-se a Newton: "*Se consegui ver mais longe é porque estava aos ombros de gigantes*". Mas no livro aparece trans-

posta para o desenho, deixando uma impressão visual. Este Ano Mundial da Física que agora estamos a celebrar pode e deve também servir para transmitir ao maior número possível de pessoas uma imagem correcta do que é a Física e, mais em geral, o que é a ciência. A Física é cumulativa, porque os génios sucessivos vão subindo aos ombros uns dos outros, vendo cada vez mais longe. E a Física é um empreendimento inacabado, porque, muito provavelmente, quicá neste século que começou há pouco, alguém vai subir aos ombros de Einstein para ver mais longe.

Livros como este *A Física em Banda Desenhada* podem provocar - provocam, decerto - uma aproximação do público, nomeadamente o escolar, a essa disciplina por vezes tão mal amada. Tal como aconteceu com o cartoonista, o leitor vai começar a perceber a "coisa" e vai gostar de a perceber!

Carlos Fiolhais
Departamento de Física
Universidade de Coimbra
tcarlos@teor.fis.uc.pt

SITIO DO TRIMESTRE

Pulga na Ideia



"Pulga na Ideia" é um sítio brasileiro para crianças dedicado à ciência. Oferece experiências e sugestões sobre sítios interessantes que podem ser visitados, tem um espaço dedicado a Einstein, a quem carinhosamente chama "Beto", e ao Ano Internacional da Física, e destaca vários assuntos de forma a interessar os mais novos: por exemplo, um avião que faz chuva, um crocodilo pré-histórico, uma pasta de dentes que cura cáries pequeninas, entre outros exemplos engraçados.

No "Seu Espaço", os mais pequenos podem deixar comentários, sugestões, ou ideias que tenham a ver com a Física. Em "Gente grande" e em "Notícias", o "Pulga na Ideia" dá conta de legislação brasileira e internacional na área da ciência, e de outras novidades. Em "Álbum" explica profissões que têm a ver com ciência, e em "Dicas" ajuda os mais novos a estudar. Há ainda um "Glossário", "Links", "Jogos" e um arquivo das matérias que foram sendo colocadas *on-line* desde o início do sítio.

O "Pulga na Ideia" é feito por dois estudantes de computação gráfica, uma professora de Física e jornalista e uma jornalista.

"*Nós precisávamos de um lugar para falar de ciência para crianças e jovens. Contar as novidades, mostrar como a ciência acontece e conhecer os cientistas que estão por trás disso tudo. Foi por causa dessa necessidade que criámos o sítio.*", explicam.

Estes jovens procuram assim colmatar a falha da comunicação social que "*só fala de ciência para adultos*", e, mostrar que "*a ciência é uma das coisas mais maravilhosas do nosso tempo. Ela está em toda parte. Está naquilo que facilita ou diverte o nosso dia a dia, como o computador, o rádio, o avião. Na melhoria da nossa saúde, a ciência é o caminho para descoberta de remédios ou novidades sobre a estrutura do nosso corpo. É fundamental para entendermos como as coisas funcionam*".

Por iniciativa de alguns países, entre os quais Portugal, 2005 foi proclamado pela Organização das Nações Unidas (ONU) Ano Internacional da Física. A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) desempenha um papel fulcral nas várias iniciativas a desenvolver. Este espaço noticia estas iniciativas.



A "Gazeta" agradece o envio de informação sobre acções no âmbito do Ano Internacional da Física para Sandra Costa.

scosta@teor.fis.uc.pt

ANO INTER- NACIONAL DA FÍSICA 2005

SÍTIO PORTUGUÊS DO ANO INTERNACIONAL
DA FÍSICA



Já está *online* o sítio português do Ano Internacional da Física que divulga as actividades nacionais em curso ou planeadas e onde podem ser inseridos directamente todos os anúncios de actividades programadas por qualquer instituição. Para tal basta entrar em <http://nautilus.fis.uc.pt/aif/> e escolher a opção *Eventos* no *menu* da esquerda. Depois, no menu da direita escolher a opção *Divulgar Novo Evento* e inserir os dados respectivos à actividade.

Além da lista de actividades, o sítio contém ainda muita informação sobre o Ano Internacional da Física no mundo e em Portugal assim como sobre Albert Einstein. Ali pode encontrar uma biografia de Albert Einstein, com ligações

para adultos e crianças a vários arquivos *online* sobre o físico. Tem também disponível informação sobre alguns dos concursos que estão a ser promovidos pela Sociedade Portuguesa de Física e outras instituições.

E, se quiser saber mais sobre os motivos que levaram à proclamação deste ano como Ano Internacional da Física, tem ainda disponíveis as declarações da UNESCO e da ONU. As escolas também não foram esquecidas. Na opção *Curiosidades*, professores e alunos dispõem de um calendário com uma curiosidade para cada dia. É uma forma divertida de entrar no mundo da física e que tem sido útil durante este ano. Na secção *Recursos*, com ligações a portais dedicados à física, os professores encontrarão ajuda na preparação de actividades para os alunos.

Para os interessados em ver o que vai saindo nos *media*, está também disponível a opção *AIF nos Media*, já com um vasto espólio de notícias que vêm sendo publicadas desde o início do ano.

É um sítio a não perder!

11ª ESA SPACE CAMP EM TAVIRA

Vai decorrer de 23 de Julho a 3 de Agosto no Observatório Astronómico de Tavira, e pela primeira vez em Portugal, o Campo de Férias da Agência Espacial Europeia (ESA), no qual participarão jovens originários dos países estados-membros da agência, com idades compreendidas entre os oito e os dezassete anos. O *Space Camp* é um fórum educativo que tem como principal objectivo fomentar e promover a integração, a socialização, o convívio e a motivação científica entre os participantes. Este ano o tema do campo de férias será "Navegação através do Mar e do Espaço" e estão previstas actividades científicas, culturais e desportivas, cuja abordagem será feita através de ateliers experimentais, *workshops*, palestras e visitas de estudo.

Das actividades científicas planeadas para as noites de 30 e 31 de Julho, dedicadas aos jovens e público em geral, destacamos, com apresentação de *workshops*, palestras e conferências, a presença do astronauta, Michel Tognini, Director do Departamento de Astronáutica da ESA, e outros técnicos responsáveis pelo projecto de navegação através de satélites Galileo e Egnos da ESA.

Para mais informações contactar cdepa@mail.telepac.pt ou grp@cm-tavira.pt.

A FÍSICA VAI AO SHOPPING



"Física Viva" é uma exposição interactiva desenvolvida pelo Ciência Viva e pela Universidade de Aveiro, em colaboração com a Sonae Sierra, no âmbito do Ano Internacional da Física.

Trata-se de uma exposição constituída por módulos do Pavilhão do Conhecimento Ciência Viva e por módulos e experiências desenvolvidas pelo Departamento de Física da Universidade de Aveiro, projectadas para o grande público e apoiadas por monitores. Durante a visita, as pessoas, principalmente os mais jovens, são convidados a manusear os equipamentos, fazer algumas experiências e reflectir sobre os fenómenos físicos envolvidos. Os monitores ajudam nas actividades, explicando os fenómenos em linguagem acessível e fazendo pontes para a sua utilização no nosso dia-a-dia.

Aos sábados à tarde são realizadas animações científicas. A exposição é constituída por quatro espaços temáticos: "Um dia-a-dia radiante", "A luz que os nossos olhos vêem", "A gravidade das coisas" e "Forças que atraem". O espaço "Um dia-a-dia radiante" é dedicado a Albert Einstein e a aplicações da física no nosso dia-a-dia. Aparelhagens de som, telemóveis e microondas baseiam-se todos em fenómenos quânticos e ondulatórios. Obter estimativas para a velocidade da luz num forno de microondas é uma das actividades que se pode realizar.



No espaço "A luz que os nossos olhos vêem" faz-se uma abordagem ao tema percepção visual e luz. Existem experiências sobre o funcionamento da visão, ilusões ópticas, funcionamento dos óculos, as características e propriedades da luz, o conceito de cor e gravação de imagens 3D.



O espaço "A gravidade das coisas" é dedicado à mecânica e apresenta um conjunto de experiências clássicas que exploram a força gravítica e a dinâmica de rotação. Alguns exemplos são as experiências de líquidos em rotação, tubos de Newton, pêndulo caótico e banco giratório.

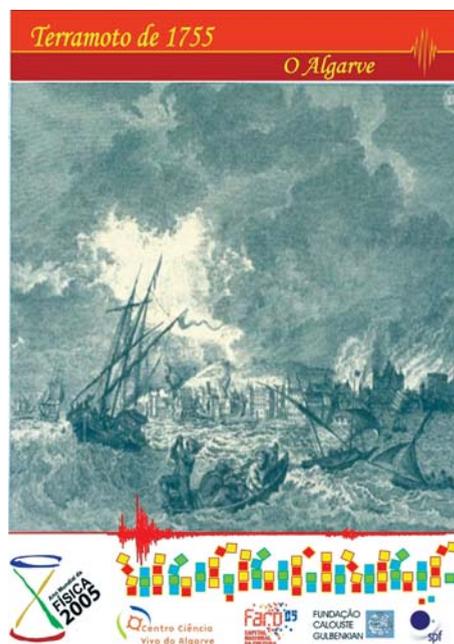


No espaço "Forças que atraem" a temática é electricidade e magnetismo. Apresentam-se vários módulos interactivos que exploram as propriedades eléctricas e magnéticas associadas a ímanes e a correntes eléctricas. Experiências de indução electromagnética e campos magnéticos ilustram muitas das aplicações desta área na tecnologia actual. Os mais novos podem brincar com uma bola de plasma, tentar montar um transformador e fazer jogos de magnetismo. Esta exposição já esteve patente no Coimbra Shopping (25 de Fevereiro a 13 de Março), no Guimarães Shopping (18



de Março a 3 de Abril), no Arrábida Shopping (22 de Abril a 8 de Maio), no Cascais Shopping (30 de Maio a 15 de Junho) e no Gaia Shopping de 17 de Junho a 3 de Julho. Para mais informações consultar: http://www.pavconhecimento.pt/destaques/index.asp?acao=shownot&cid_noticia=159

EXPOSIÇÃO TERRAMOTO DE 1755: O ALGARVE



No âmbito da evocação dos 250 anos do Terramoto de 1755, o Centro Ciência Viva do Algarve, em colaboração com o Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa e com as Escolas Secundárias Júlio Dantas e Gil Eanes, de Lagos, está a desenvolver uma exposição sobre esta temática. Esta exposição tem o patrocínio da Fundação Calouste Gulbenkian.

Parte da exposição foi já exposta no Fórum Algarve entre 14 e 22 de Maio, associada à Final do Concurso de Construções Anti-Sísmicas.

A exposição integral será inaugurada a 1 de Novembro, como primeira exposição temporária do renovado Centro Ciência Viva do Algarve e, simultaneamente, será lançado um livro evocativo do Terramoto de 1755 e os seus efeitos no Algarve.

Embora tal não seja do conhecimento do público, o Algarve foi a região mais afectada pelo Terramoto de 1755 e pelo maremoto que se lhe seguiu, o que justifica plenamente a existência de uma exposição específica.

A exposição inclui várias secções temáticas dedicadas ao terramoto de 1755, à origem da sismicidade no Algarve e suas consequências ao longo do tempo, aos temas da prevenção sísmica e das construções anti-sísmicas.

No sítio dedicado à evocação dos 250 anos do Terramoto de 1755 (<http://www.ualg.pt/ccviva/terramoto/>) encontrar-se-á referência aos vários abalos, com significativa intensidade e efeitos muito devastadores nos últimos dois mil anos, registados em Portugal e informações sobre as

várias tentativas de explicação do Terramoto de 1755 propostas pelos investigadores ao longo dos anos.

Também estará disponível um conjunto de protótipos de actividades experimentais sobre sismos, que são adaptações propostas pelo Doutor Luís Matias do Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa / Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

CONCURSO "CONSTRUÇÕES ANTI-SÍSMICAS"



No dia 14 de Maio de 2005 decorreu no Fórum Algarve a final do concurso "Construções Anti-sísmicas" destinado a alunos do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário. Responderam ao desafio 19 equipas.

Pretendeu-se que os alunos aprendessem quais são as características de uma boa construção anti-sísmica e que as reproduzissem numa maquete obedecendo a critérios regulamentares rigorosos. As maquetas foram testadas na mesa sísmica do Centro Ciência Viva do Algarve e foram avaliadas pelo júri constituído pelo Doutor Luís Matias, o Eng. João Estêvão e o Dr. Alexandre Costa.

A organização deste evento esteve a cargo do Centro Ciência Viva do Algarve, no âmbito do Ano Internacional da Física e da Evocação dos 250 anos do Terramoto de 1755, e contou com o apoio do Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa (através do Doutor Luís Matias), da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve (pel Eng. João Estêvão), da Escola Secundária Júlio Dantas de Lagos (através da Dr^a M^a Octávia Santos) e da Escola Secundária Gil Eanes de Lagos (através da Dr^a Guadalupe Jácome). A coordenação local esteve a cargo de Alexandre Costa e Bárbara Moiteiro.

O concurso foi patrocinado por Faro Capital Nacional

da Cultura 2005, pela Fundação Calouste Gulbenkian e pelo Instituto Hidrográfico.

Foram atribuídos os prémios às seguintes equipas:

1º Prémio - Expedição oceanográfica de 8 dias no navio D. Carlos I

Equipa da Escola Secundária Júlio Dantas (Lagos) constituída pelos alunos Ruben Miguel Marreiros, Rui Miguel Correia e Simão Rodrigues orientados pela Professora Ana Quintas Barroso. Este prémio foi financiado pelo Instituto Hidrográfico.

2º Prémio - Viagem ao vulcão dos Capelinhos (Açores)

Equipa da Escola Secundária Gil Eanes (Lagos) constituída pelos alunos Ana Raminhos, Marta Cutileiro e Ana Marreiros orientados pela Professora Beatriz Tomás Oliveira.

3º Prémio (ex-aequo) - Visita ao Centro Ciência Viva de Estremoz

Equipa da Escola Secundária Júlio Dantas (Lagos) constituída pelos alunos Pedro Alexandre Ribeiro Delgado, Ricardo André Braz Correia e Roberto Glória Albino orientados pelo Professor António Vidal Santos.

Equipa da Escola Secundária de Vila Real de Santo António constituída pelos alunos Joana Madeira, Catarina Cavaco e Tânia Pereira orientados pela Professora Ana Quintas Barroso.

Os 2º e 3º prémios foram patrocinados por Faro Capital Nacional da Cultura 2005.

Poderá consultar no sítio <http://www.ualg.pt/ccviva/terramoto/> a lista de equipas participantes, a tabela de classificações e a galeria de fotos da final do concurso.

OCUPAÇÃO CIENTÍFICA DE JOVENS NAS FÉRIAS



O Ciência Viva organiza a 9ª edição da Ocupação Científica de Jovens nas Férias. Esta iniciativa é assegurada por centros de investigação de todo o país e dirigida a alunos do ensino secundário. Os estágios nas diversas áreas decorrerão de Julho a Setembro. Na área da Física e Tecnologias estão abertos vários cursos em diversas instituições:

- Na Escola Superior de Tecnologia e de Gestão do Instituto Politécnico de Bragança:

- "Aprende Robótica usando Legos", com Paulo Leitão.
- "Férias Científicas no Laboratório de Electrónica e Instrumentação", com José Batista.

- No Instituto Superior de Engenharia do Porto:

- “Experimenta Robótica”, com Pedro Guimarães.
- “Vamos construir a nossa célula fotovoltaica!”, com Paulo Fernandes.
- “O mundo do hidrogénio”, com Manuel Azevedo.
- “Termopares”, com Marina Duarte.
- “A temperatura atrapalha os electrões”, com João Lima Lopes.

- No Departamento de Física da Universidade de Aveiro:

- “Das ilusões ópticas aos autoestereogramas” e “Econofísica: vamos jogar jogos com interesse científico”, com Fernão Abreu.
- “As impressões digitais das moléculas: identificação de grupos funcionais moleculares por métodos espectroscópicos e modelação computacional”, com José Coutinho.
- “Holografia experimental”, “A física do *show laser*” e “A visão e o cinema”, com Pedro Pombo.
- “Ideias em física”, com José Rodrigues.

- Na Universidade de Coimbra:

- “Investigação no Centro de Física Computacional”, com Carlos Fiolhais, do Centro de Física Computacional.
- “Vamos construir a equipa de futebol robótico da nossa escola”, com Jorge Miranda Dias, do Instituto de Sistemas e Robótica.

- No Instituto Tecnológico e Nuclear em Sacavém :

- “Medidas de radioactividade em amostras ambientais por espectrometria gama”, com Lídia Silva.
- “Fabricação e teste de detectores de neutrões”, com Ana Rita Ramos.
- “Experiências de física das radiações”, com Isabel Gonçalves.
- “Fusão nuclear: uma energia para o futuro”, com Carlos Varandas.

- No Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (Lip):

- “Raios cósmicos no Liceu”, com Pedro Abreu, no Lip - Lisboa.
- “Telhas e fibras ópticas a cintilar!” e “A morte de muões e a Relatividade de Einstein - 1 e 2”, com José Silva, no Lip - Lisboa.
- “Detectar raios cósmicos com detectores (quase) banais” e “Visualizar os raios cósmicos com detector de faixas”, com Rui Marques, no Lip - Coimbra.

Informações adicionais sobre os estágios atrás referidos e a respectiva ficha de inscrição poderão ser obtidas em <http://www.cienciaviva.pt/estagios/jovens/ocjf2005/inscricao.asp>.

FÍSICA SOBRE RODAS II 2005



De 7 a 18 de Março decorreu a segunda edição do Física Sobre Rodas - II *RoadTrip*, organizada pelo Núcleo de estudantes de Física do Instituto Superior Técnico (NFIST). Esta exposição itinerante viajou num camião cheio de experiências que foram desembarcadas em algumas capitais de distrito (Beja, Portalegre, Santarém, Castelo Branco, Viseu e Lisboa) e, tal como tinha sucedido no ano anterior, teve grande adesão dos alunos dos ensinos secundário e básico.

Os visitantes puderam participar em sessões de planetário, mini-cursos sobre diversos temas de física e visitar o Circo da Física, que foi, mais uma vez, a principal atracção desta iniciativa.

Este é constituído por um conjunto de experiências que permitem explicar efeitos físicos, aparentemente inesperados ou estranhos, de uma forma acessível pelos elementos do NFIST. Pretendeu-se desmistificar certas ideias sobre acontecimentos do quotidiano que as pessoas tendem a ignorar por não os compreenderem. Estas experiências visaram ainda despertar a curiosidade pela ciência, tendo, habitualmente, uma enorme aceitação junto de qualquer público devido ao seu carácter lúdico e interactivo aliado a uma forte componente educativa e pedagógica.

Para obter informações detalhadas sobre este projecto consulte <http://fsr2.nfist.ist.utl.pt/projecto.html> ou envie um *e-mail* para nfist@nfist.ist.utl.pt.

A FÍSICA É UMA CHATICE?

A quarta edição do ciclo mensal de debates organizado pelo Ciência Hoje, que se realizou a 19 de Março na FNAC Norte Shopping, em Matosinhos, foi dedicada ao Ano Internacional da Física. Foi uma sessão muito participada que contou com a presença de duas gerações de físicos da Universidade do Porto - João Lopes dos Santos e Carlos Herdeiro - para debater com os participantes o tema "A física é uma chatice?". Ambos os convidados apresentaram a sua perspectiva sobre as causas da situação de crise que a física e as restantes ciências exactas enfrentam. Segundo os oradores, os termos um pouco herméticos uti-

lizados pelos físicos parecem não ser muito atractivos para os jovens indecisos quanto ao futuro de uma carreira. Coube a Lopes dos Santos explicar a origem de alguns termos usados pelos físicos e pouco vulgares na linguagem do senso comum. Carlos Herdeiro falou sobre os motivos que o levaram a trocar a área da história pela da física.

Ambos aproveitaram para divulgar algumas das suas iniciativas para promover o gosto pela física e mostrar as aplicações desta ciência no nosso dia-a-dia. Lopes dos Santos explicou ao público o título de uma das conferências que tem realizado em diferentes instituições: "O que faz Einstein na minha sala de estar?". Mostrou como os trabalhos realizados por Einstein, na primeira metade do século XX, se reflectem em muitos dispositivos e tecnologias que nos cercam no dia-a-dia. Carlos Herdeiro, por sua vez, falou sobre uma pequena peça de teatro que realiza com o seu colega Miguel Costa (também ele físico da Universidade do Porto) em que um deles encarna o personagem de físico e o outro de seu amigo. Este personagem coloca várias questões ao físico que deste modo apresenta e explora conceptualmente noções de Relatividade Restrita e Relatividade Geral.

126 ANOS DO ANIVERSÁRIO DE ALBERT EINSTEIN



No dia 14 de Março, realizaram-se diversas actividades destinadas a comemorar o 126.º aniversário do nascimento de Albert Einstein. Destacam-se conferências, palestras e actividades experimentais nas escolas e a exposição itinerante "E=mc² - Vida e obra de Albert Einstein" do Centro Ciência Viva do Algarve.

A Delegação Norte da Sociedade Portuguesa de Física e o Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, em colaboração com a "Porto, cidade da ciência" organizaram neste dia, junto à Faculdade de Ciências do Porto, uma cerimónia pública de abertura oficial do Ano Internacional da Física. Para este evento foram convidados professores e alunos de todos os graus de ensino e a população em geral. Os estudantes e os professores do Departamento de Física da Faculdade de Ciências animaram a tarde, convidando os participantes a realizarem, ao ar livre, várias experiências divertidas de física. O evento culminou com o lançamento de 2005 balões, tendo estado presentes cerca de duas mil pessoas.

Em Aveiro, o Departamento de Física assinalou o aniversário de Einstein lançando, à hora do nascimento deste, balões alusivos ao Ano Internacional da Física, tendo participado nesta actividade alunos do 1.º ciclo do ensino básico (ver <http://www.fis.ua.pt/DFUA/AnoMundialFisica2005f.html>).

O Departamento de Física da Universidade do Minho e a Nexus - Centro de Estudos organizaram também diversas actividades sob o título "Einsteinzinhos nas Arcadas", direccionadas para crianças do 1.º ciclo do ensino básico. Este evento foi dedicado à vida e obra de Einstein no contexto da ciência e da sociedade da sua época. Das actividades realizadas destacamos um desfile com trajes representativos da figura de Einstein ou alusivos à sua época e uma exposição de experiências interactivas. Às escolas participantes foi proposto que desenvolvessem com os alunos um *poster* sobre os aspectos mais relevantes da vida e obra de Einstein. As três escolas premiadas receberão um *kit* didáctico.



A Sociedade Portuguesa de Física promoveu a Abertura do Ano Internacional da Física em Lisboa, realizando uma cerimónia na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho que contou com a presença do Presidente da República, do físico francês Martial Ducloy alunos e professores do ensino básico e físicos. Jorge Sampaio defendeu "*a necessidade de estarmos direccionados para a ciência, a inovação e para as tecnologias como a única fonte verdadeira para a transformação do país em algo de desenvolvido, e que possa aspirar a um papel que não seja meramente periférico à escala mundial*". Martial Ducloy apelou ao estudo da física e evidenciou a importância desta no nosso dia-a-dia.

Foram, ainda, entregues os prémios às escolas vencedoras do Concurso do Calendário e, em seguida, foi proferida a palestra "Cem anos depois, a Física continua divertida" por Carlos Fiolhais.

No sítio <http://nautilus.fis.uc.pt/aif/> encontrará um pequeno extracto do programa televisivo "Entre Nós" sobre este evento.

EXPOSIÇÃO DEDICADA A EINSTEIN

No âmbito das comemorações do Ano Internacional da Física, estará patente ao público na Galeria de Exposições temporárias da Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, de 3 de Outubro de 2005 até 15 de Janeiro de 2006, a exposição "À luz de Einstein 1905 - 2005"

Tendo como ponto de partida uma introdução histórica, que assinala marcos do conhecimento científico ao longo dos séculos, a exposição segue numa referência a Einstein e aos seus trabalhos de 1905, e desenvolve-se sob o tema da luz e da matéria mostrando alguns aspectos dos importantes progressos científicos alcançados nos últimos cem anos.

Pretende-se sensibilizar os visitantes para a física e a ciência em geral, contribuindo para o esclarecimento do público, sobretudo os jovens, quanto ao papel determinante da física para a compreensão do mundo em que vivemos e para o desenvolvimento tecnológico das sociedades modernas.

A exposição é organizada pelo Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian (FCG) e tem como comissários Ana Maria Eiró, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e Carlos Matos Ferreira, do Insti-

tuto Superior Técnico, que são assessorados por uma Comissão Científica constituída por Ana Isabel Simões, Gonçalo Figueira, Horácio Fernandes, João Mendanha Dias, Luís Oliveira e Silva, Luís Viseu Melo, Marta Lourenço, Paulo Crawford, Pedro Brogueira, Rui Agostinho e Teresa Peña.

Em paralelo com a exposição terá lugar, no Auditório 2 da FCG, um ciclo de palestras semanais destinadas ao grande público e aos jovens do ensino secundário, sobre tópicos diversos da física actual. Serão abordados temas como a estrutura das galáxias, a história do Universo e as forças da Natureza, os novos *lasers*, as nanotecnologias e a microelectrónica, os sinais do cérebro, a forma das proteínas e os padrões naturais.

A exposição disporá de um conjunto de monitores de acompanhamento dos visitantes, responsáveis pelas visitas guiadas, especialmente dedicadas aos alunos do terceiro ciclo do ensino básico e do ensino secundário. A partir dessas visitas será organizado um concurso para estes jovens, tendo em vista estimular o seu interesse pela física.

O regulamento do concurso estará disponível a partir de Julho e será divulgado nas escolas no mês de Setembro.

EXPOSIÇÃO

3 Outubro de 2005 a 15 Janeiro de 2006

Galeria de exposições temporárias da Fundação Calouste Gulbenkian

www.gulbenkian.pt

à luz de

EINSTEIN

1905-2005



Programa Operacional Ciência e Inovação 2010

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN



Concurso Imagens da Física

Categorias:

A - Fotografias de fenómenos naturais

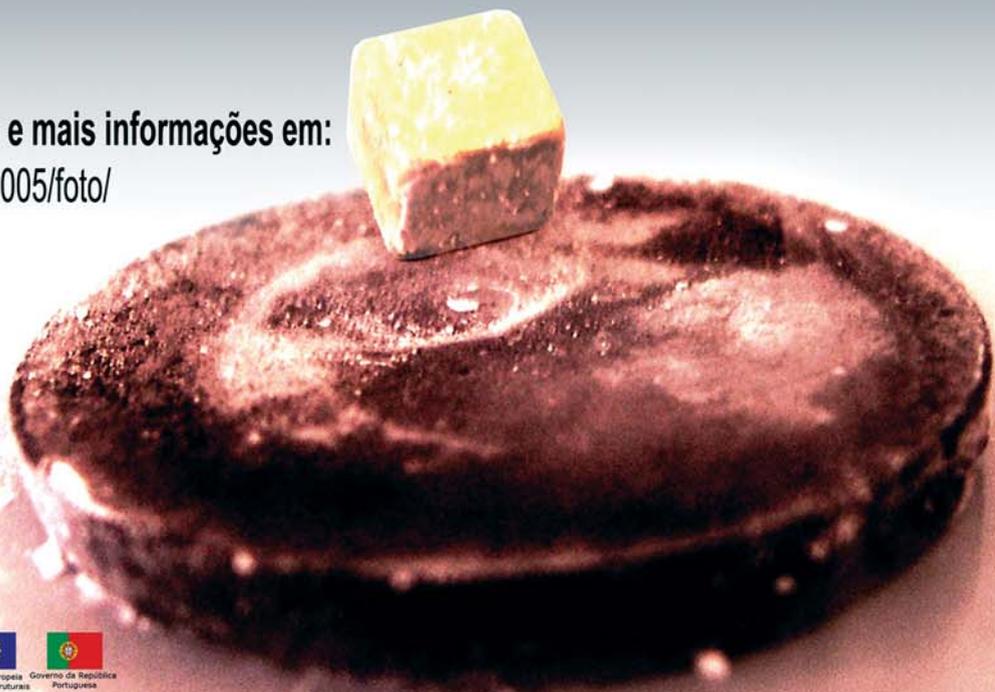
B - Fotografias de uma montagem experimental ou experiência de Física

Envia as tuas fotografias até 30 de Outubro para:

fotos@pollux.fis.uc.pt

Consulta o regulamento e mais informações em:

<http://www.fis.uc.pt/fisica2005/foto/>



NOS PRÓXIMOS NÚMEROS



LIVRO BRANCO DA FÍSICA E DA QUÍMICA:
OPINIÕES DOS ESTUDANTES 2003

Anabela Martins e Décio R. Martins

EINSTEIN E A DESCRIÇÃO UNIFICADA DA
NATUREZA

Orfeu Bertolami e Jorge Páramos