

Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

DALLA BELLA E A LEI DAS ACÇÕES MAGNÉTICAS

Prémio Mário Silva de 2001

"SISTEMA BUROCRÁTICO DA EUROPA PARALISA A INOVAÇÃO"

Entrevista com o físico basco Pedro Echenique

ESPECIAL LIVROS E MULTIMÉDIA



DIRECTOR Carlos Fiolhais
EDITOR Carlos Pessoa

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

COLABORAM AINDA NESTE NÚMERO
Altair L.Cunha, Anabela Martins, Edith Saltiel, Fernando
Nogueira, Helena Caldas, José António Paixão, João Filipe
Queiro, Manuel Fiolhais, Nuno Crato, Pedro Echenique
e Ricardo Monteiro

SECRETARIADO Maria José Couceiro (Lisboa)
e Carolina Borges Simões (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 2500 exemplares

PREÇOS Número avulso 4 Euros (inclui IVA), ou 800\$00.
Assinatura anual 15 Euros (inclui IVA) ou 3000\$00.
A assinatura é grátis para os sócios da SPF.

PROPRIEDADE DA SOCIEDADE PORTUGUESA
DE FÍSICA

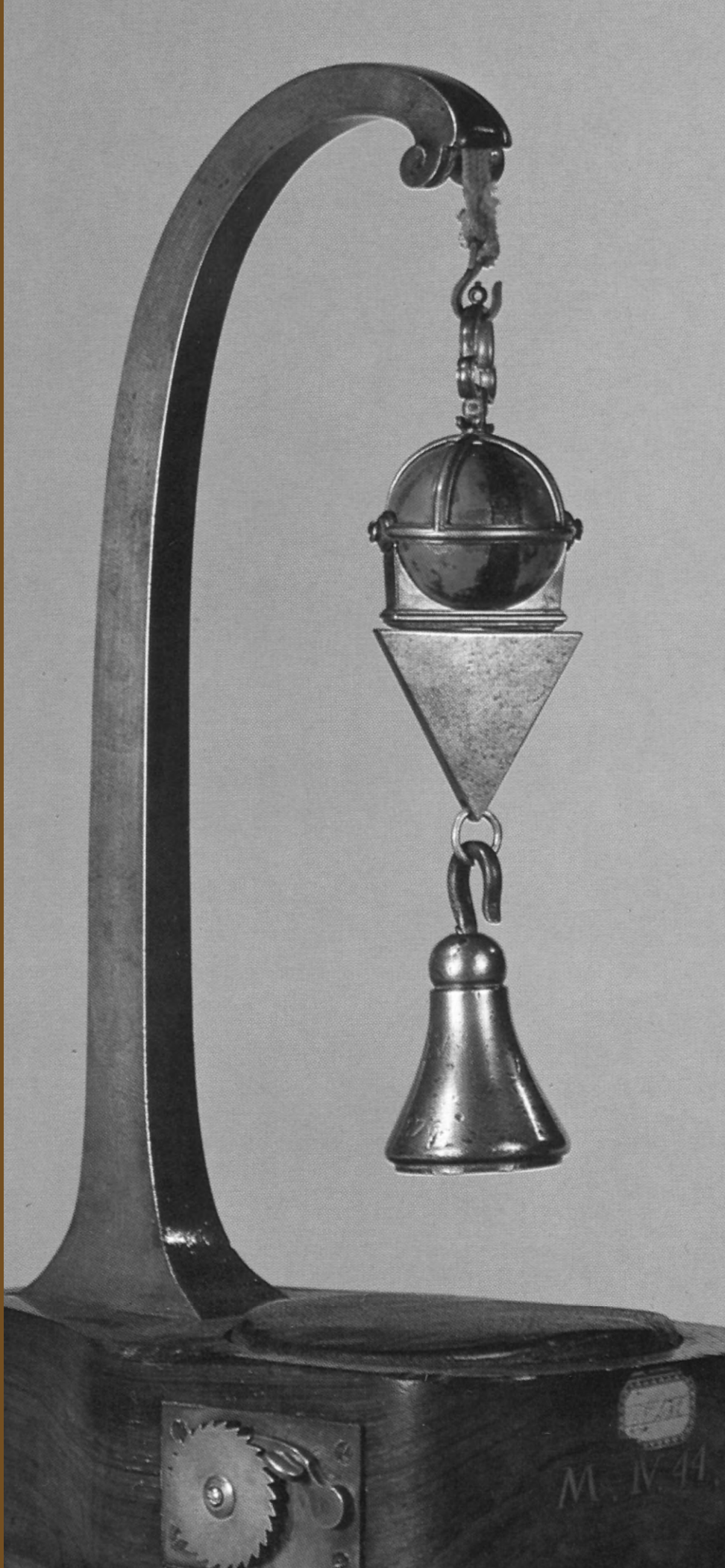
ADMINISTRAÇÃO E REDACÇÃO
Avenida da República 37-4º 1050-187 Lisboa
Tel 217 993 665 Fax 217 952 349

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



PRÉMIO MÁRIO SILVA

É inédito que um aluno acabado de entrar na universidade veja um seu artigo publicado numa revista de Física. Quebramos nesta revista essa tradição ao publicarmos o artigo de RICARDO MONTEIRO que foi distinguido em 2001 com o "PRÉMIO MÁRIO SILVA", instituído pelo jornal Público e pela editora Gradiva, com o apoio da BP, e cujo júri é da responsabilidade da Sociedade Portuguesa de Física. Oxalá essa publicação sirva de estímulo à participação nesse concurso de outros alunos do último ano do ensino secundário pois a segunda edição do mesmo prémio se encontra aberta (ver anúncio neste número). Ricardo Monteiro aborda um tema de história da Física – a descoberta por DALLA BELLA no século XVIII da LEI DAS ACÇÕES MAGNÉTICAS, que foi reivindicada por Mário Silva e refutada por Rómulo de Carvalho - mas não deixa de incluir algumas noções de física atómica e dos sólidos necessárias para a compreensão do magnetismo.

Destacamos também o artigo de três professores brasileiros sobre a questão do ATRITO ENTRE SÓLIDOS que marca o aparecimento de brasileiros nesta nova fase da "Gazeta". Não é inédita a colaboração de físicos brasileiros nesta revista e só esperamos que ela se alargue, concretizando o cordial espírito de colaboração que existe entre a Sociedade Portuguesa de Física e a sua congénere brasileira.

A habitual grande entrevista foi desta vez realizada com um físico basco, PEDRO ECHENIQUE, que esteve recentemente em Portugal. Entre as suas numerosas distinções deve referir-se o Prémio Príncipe de Astúrias de Ciência e Tecnologia, uma das mais altas, senão a mais alta, distinção científica no país vizinho.

O resto encontrará o leitor de acordo com a lógica habitual – as notícias da Física em Portugal e no mundo (com uma mini-entrevista com a coordenadora do recente Livro Branco sobre o Ensino da Física e da Química), as notícias da SPF, a secção de Olimpíadas (onde aparecem distinções conquistadas internacionalmente por alunos portugueses), os Livros e Multimédia (uma secção desta vez alargada, atendendo à época do fim do ano) e um artigo de opinião do matemático JOÃO QUEIRÓ sobre o ensino das ciências a nível universitário.

Boas leituras!

ÍNDICE

ARTIGOS

DALLA BELLA E A LEI DAS ACÇÕES MAGNÉTICAS 4

Ricardo Monteiro

ATRITO ENTRE SÓLIDOS 12

Helena Caldas

Edith Saltiel

Altair L.Cunha

ENTREVISTA

"SISTEMA BUROCRÁTICO DA EUROPA PARALISA
A INOVAÇÃO" 20

Entrevista com o físico basco Pedro Echenique

Carlos Pessoa e Carlos Fiolhais

NOTÍCIAS

FÍSICA EM PORTUGAL 24

FÍSICA NO MUNDO 30

SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA 34

SECÇÕES

OLIMPÍADAS DE FÍSICA 36

LIVROS E MULTIMÉDIA 38

CARTAS DOS LEITORES 46

OPINIÃO 48

"Entre os corpos naturaes, que nós até agora conhecemos, quanto podem alcançar as nossas indagações, não ha algum, que sendo dotado de todos os attributos universaes da materia, mostre maior numero d'outras propriedades, todas interessantes, mas que não se manifestão senão misteriosamente, como a pedra iman."

Giovanni Antonio dalla Bella

Esta é uma edição revista e encurtada do primeiro trabalho premiado com o Prémio "Mário Silva" atribuído pelo Público e Gradiva, com a colaboração da Sociedade Portuguesa de Física. O autor é actualmente aluno do primeiro ano no Instituto Superior Técnico, mas era aluno do Colégio Militar quando fez o trabalho.

RICARDO MONTEIRO
Rua Passos Manuel 6,
2815-217 Charneca da Caparica
ricardo58monteiro@hotmail.com

DALLA BELLA E A LE MAGNÉTICAS

Em pequeno, achava imensa piada aos ímanes. Sim, os ímanes, aquelas coisas que se agarram à porta do frigorífico. E que são capazes de fixar lá os recados da minha mãe sem deixar marcas. Havia neles algo de misterioso.

Aproximava-os lentamente da porta, sempre imaginando que, daquela vez, não os deixaria colar e tentando descobrir o ponto crítico para a atracção do frigorífico. Mas, a certa altura, por uma achega milimétrica, essa força tornava-se irresistível. E, assim, fui sendo sucessivamente derrotado pela porta do meu frigorífico.

Só anos mais tarde, nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Física do Colégio Militar, aprendi a natureza física deste fenómeno. Que resposta poderia ter dado Giovanni dalla Bella, numa das suas lições de Física Experimental? Mas, visto que o leitor poderá desconhecer este académico setecentista, debruçemo-nos sobre a sua vida e obra.

*
* * *

Giovanni dalla Bella nasceu em Pádua, Itália, em 1730, onde viria a doutorar-se em Filosofia e Medicina. Veio para Portugal em 1770, para leccionar Física Experimental no Colégio dos Nobres. Dois anos depois, ficou responsável pela mesma disciplina na Universidade de Coimbra. Aqui, viria a montar o novo Gabinete Experimental, que ombreava com os maiores da Europa. Foi

DAS ACÇÕES



Magnete esférico,
Museu de Física da Universidade de Coimbra

um dos primeiros sócios efectivos da Academia das Ciências de Lisboa. Entre as obras que publicou, encontra-se um modesto tratado de Física em latim e alguns ensaios sobre temas dispersos, tais como a cultura das oliveiras ou a protecção dos edificios dos danos causados pelos raios. Jubilou-se em 1790, tendo morrido doze anos depois, em Pádua.

O que mais atrai a atenção e envolve em controvérsia o lente italiano são as suas experiências de 1781, em Coimbra, sobre a lei das interacções (ou acções) magnéticas, cujos resultados foram comunicados à Academia de Lisboa. Esta lei, cuja descoberta em 1785 é geralmente atribuída ao francês Charles Augustin de Coulomb, pode ser enunciada da seguinte forma: *o módulo da força com que duas massas magnéticas se actuam mutuamente varia na razão inversa dos quadrados das distâncias*. Tais interacções são atractivas entre pólos opostos e repulsivas entre pólos semelhantes.

Atendendo à proximidade das duas datas, não é difícil encontrar o pomo da controvérsia. Dois físicos italianos, Mario Gliozzi e Giovanni Costanzo, em 1937 e 1938, respectivamente, e um português, Mário Silva¹, em 1939, defenderam a prioridade de dalla Bella. Mário Silva culpou *"a inércia do nosso meio social, o isolamento do país, a incompreensão de certos dirigentes"* pelo *"esquecimento desastroso a que foi votado o trabalho coimbrão"*, chegando mesmo a utilizar a expressão *"lei de dalla Bella"* nas suas lições universitárias.

Como é então possível que dalla Bella seja hoje ignorado? Que fantasma paira sobre o seu nome? A resposta encontra-se num extenso artigo de Rómulo de Carvalho², publicado em 1954, na Revista Filosófica da Universidade de Coimbra, sob o título *A pretensa descoberta da lei das acções magnéticas por dalla Bella, em 1781, na Universidade de Coimbra*, em que refuta as aspirações de dalla Bella e dos seus apoiantes.

Passemos então a uma breve análise dos trabalhos de dalla Bella (separada nas duas memórias enviadas pelo lente à Academia de Lisboa). Essa análise será dirigida para a interpretação dos fenómenos envolvidos, em detrimento da atenção aos pormenores experimentais.

PRIMEIRA MEMÓRIA

O professor italiano começa por reconhecer ao íman quatro propriedades únicas, assumindo que desconhece as suas causas:

- atrai a distância considerável todos os corpos que contêm ferro;
- "dirige-se" por si só para os pólos terrestres, numa linha que coincide aproximadamente com o meridiano;
- inclina-se abaixo do horizonte, na direcção do Pólo Norte;
- comunica as suas propriedades ao ferro e ao aço, sem perder o vigor delas.

Estes fenómenos descrevem-se hoje com base no conceito de campo magnético. Este campo é habitualmente representado por linhas que têm em cada ponto a direcção do vector campo magnético.

Um exemplo vulgar é o do campo gerado por um íman em barra (Fig.1).



Fig.1.

É possível visualizar esse campo verificando a posição de uma agulha magnética na sua proximidade (a direcção da agulha será a da tangente à linha de campo, nesse ponto) ou espalhando limalha de ferro sobre um papel que cobre o íman. Na designação antiga os pólos magnéticos da agulha, Norte e Sul, são os pólos atraídos pelos pólos terrestres com o mesmo nome (e não pelos opostos: a contradição é hoje óbvia). O facto de a Terra se comportar como um íman gigante (Fig. 2) foi apontado pela primeira vez pelo mé-dico e físico inglês William Gilbert, em 1600, mas só em 1832 o matemático alemão Karl Gauss revelou a forma do campo magnético terrestre. Este é caracterizado, em cada ponto da proximidade da superfície da Terra, pela declinação (ângulo entre as direcções Norte-Sul geográfica e magnética) e pela inclinação (ângulo entre o plano horizontal e a direcção do campo), que variam com o local e com o tempo, sabendo os cientistas que o campo terrestre se inverte de vez em quando.

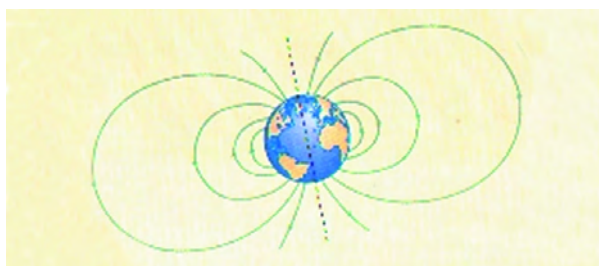


Fig.2.

Regressemos às experiências de dalla Bella. O lente propôs-se determinar uma lei que relacionasse as diferentes distâncias dos corpos atraídos e o valor da força magnética. Montou o seguinte dispositivo experimental: fixou ao tampo de uma mesa um grande íman de magnetite, de forma a que o seu eixo magnético fosse vertical; sobre esse íman, suspendeu alternadamente ímanes menores no braço de uma balança, de forma a que os eixos magnéticos coincidisse. O sistema de roldanas da balança fazia deslocar verticalmente esses ímanes e os pesos colocados no braço oposto revelavam a força de atracção. Sendo o deslocamento vertical já difícil para as atracções, o processo era muito impreciso para estudar repulsões.

É de realçar o cuidado colocado na descrição das experiências, a que não foram alheios mais de trinta anos de docência. Dalla Bella queria *"que outros pudessem tirar outras conclusões delas"*. Após 27 ensaios experimentais, concluiu que o módulo das forças atractivas é inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre os pólos em questão. De facto, a força entre dois pólos magnéticos, com as "intensida-

des" p e p' , no vácuo, tem o valor:

$$F_m = k' \frac{p p'}{r^2}$$

onde r é a distância entre os pólos e k' é a constante de proporcionalidade³.

Embora a existência de pólos magnéticos isolados contradiga a Lei de Gauss para o magnetismo (quando um íman se quebra, obtemos dois pólos em cada fragmento, por mais pequeno que seja o íman), o conceito de pólos é útil para simplificar alguns cálculos com ímanes. O campo magnético criado por um pólo de intensidade p noutro pólo de intensidade p' tem o valor:

$$B = \frac{F_m}{p'} = k' \frac{p}{r^2}$$

SEGUNDA MEMÓRIA

Na sua segunda Memória, dalla Bella descreve quase cem ensaios, nos quais usou, como corpos móveis, várias peças de ferro e uma de aço. Confirmou o resultado anterior, apesar de ter tido grande dificuldade em encontrar o centro magnético dos pólos. Retomaremos esta questão adiante, visto que ela trouxe dúvidas à validade dos seus trabalhos. Apresentou ainda experiências em que estudou a magnetização do ferro provocada por um íman ao longo de diferentes períodos de tempo. Na época, muitos cientistas julgavam que o magnetismo se propagava como um fluido (também dalla Bella se inclinava para esta ideia). Mas, para entendermos estes fenómenos, devemos considerar a estrutura atómica da matéria.

ESTRUTURA ATÓMICA DA MATÉRIA

Um átomo consiste num núcleo central formado por prótons e neutrões (partículas positivas e neutras, respectivamente), em volta do qual circulam electrões (partículas de massa muito menor, com carga negativa). Estudos espectroscópicos indicaram que estas partículas têm um momento magnético intrínseco, denominado *spin*, que faz delas minúsculos ímanes permanentes. O momento magnético do electrão é milhares de vezes superior ao do próton e do neutrão, não sendo estes relevantes para o comportamento magnético dos elementos.

Os electrões distribuem-se em camadas, sendo cada camada constituída por orbitais atómicas, cuja distribuição espacial é dada pela equação de Schrödinger. Segundo o princípio de exclusão de Pauli, numa orbital não podem existir dois electrões com o mesmo *spin*. Visto só existirem dois valores de *spin*, esse é o número máximo de electrões por orbital. Nesse caso, o seu *spin* é oposto, sendo zero o *spin* total. Quando mais do que uma orbital têm apenas um electrão, estes orientam-se de modo a terem *spins* com o mesmo sentido (paralelos). Assim, quando o átomo tem orbitais semi-preenchidas, tem um certo momento magnético total. Da mesma forma, quando os átomos se ligam para formarem moléculas, as propriedades magnéticas destas dependem da distribuição dos electrões pelas orbitais moleculares.

Isto não explica ainda o que é um íman permanente ou como é que este influencia magneticamente o ferro. Para isso, torna-se necessário referir os cinco tipos principais de magnetismo.

TIPOS DE MAGNETISMO

DIAMAGNETISMO

A maioria das substâncias não magnéticas só tem átomos com orbitais preenchidas com dois electrões. Como vimos, os *spins* antiparalelos dos electrões numa só orbital anulam-se e o átomo não apresenta nenhum momento magnético. Estes materiais dizem-se diamagnéticos.

Sujeitos a um campo exterior, apenas criam correntes eléctricas induzidas nos átomos ou nas moléculas que, de acordo com a lei de Lenz, geram no material um campo magnético oposto ao campo indutor. O momento criado é muito reduzido, o que explica a repulsão quase imperceptível entre estes materiais e um íman.

PARAMAGNETISMO

O comportamento paramagnético resulta da existência de um ou mais electrões não emparelhados nos átomos do material. Quando este está sujeito a um campo magnético, os momentos atómicos ou moleculares alinham-se paralelamente com o campo. O momento magnético total toma a direcção e o sentido do campo exterior, sendo estas substâncias atraídas por ímanes. Normalmente, esta atracção é fraca.

O paramagnetismo, tal como o diamagnetismo, depende da presença de um campo magnético exterior. Nos paramagnetos, se esse campo for retirado, os momentos magnéticos electrónicos voltam à sua distribuição aleatória de átomo para átomo, anulando-se globalmente.

FERROMAGNETISMO

Os compostos ferromagnéticos contêm átomos com vários electrões não emparelhados. Visto que os *spins* desses electrões são paralelos em cada átomo, gera-se um momento magnético suficientemente forte para influenciar os átomos vizinhos. Com o alinhamento de momentos magnéticos forma-se um campo magnético mais forte.

No entanto, isto sucede apenas dentro de certas regiões do material, designadas por domínios. Quando o material está desmagnetizado, os momentos magnéticos de cada domínio estão direccionados aleatoriamente, anulando-se globalmente. Se estas substâncias forem sujeitas a um campo exterior, os momentos dos domínios tendem a alinhar-se com o campo. Quando todos os átomos do material estiverem alinhados, formando um único domínio, diz-se que o material está magneticamente saturado (Fig. 3).

Alguns domínios mantêm-se alinhados mesmo depois do

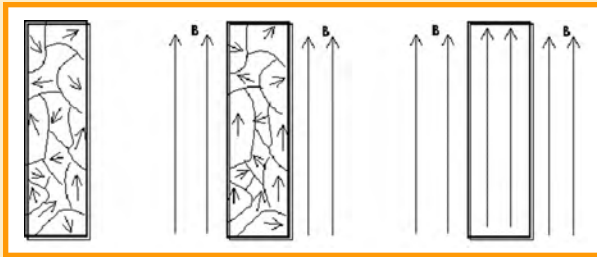


Fig .3.

campo exterior ter desaparecido. Se invertermos o campo a que o material está sujeito e o aumentarmos gradualmente, reparamos que esses domínios resistem ao novo alinhamento (um fenómeno denominado histerese (Fig. 4)).

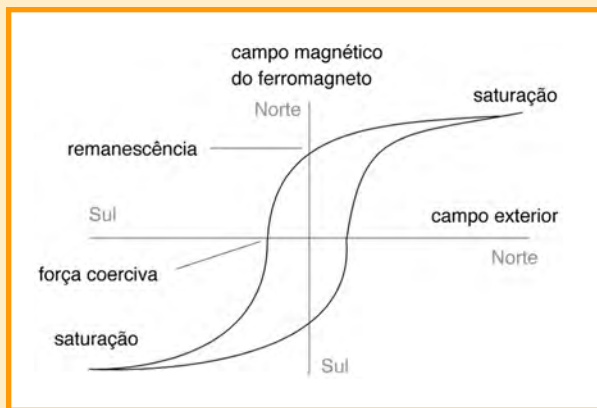


Fig .4.

A partir de um certo valor de campo magnético exterior, os domínios invertem finalmente os seus momentos individuais e o material pode voltar a saturar-se. Chamamos remanescência ao campo que se conserva no material e força coerciva ao campo necessário para o desmagnetizar. Ambos devem ter valores elevados nas ligas metálicas que servem para formar ímanes permanentes, como os vulgares ímanes em barra ou em ferradura.

ANTIFERROMAGNETISMO

Outros materiais que não reagem exteriormente ao aparecimento de um campo exterior têm propriedades antiferromagnéticas. Nestas substâncias, os átomos arranjam-se de forma a que os seus momentos magnéticos sejam antiparalelos (Fig. 5).

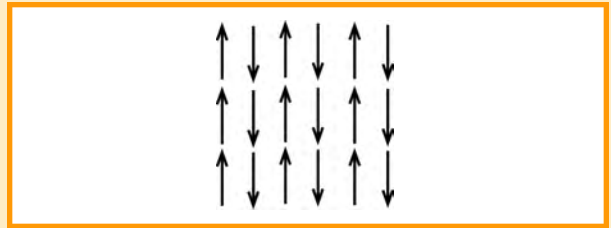


Fig .5.

FERRIMAGNETISMO

O ferrimagnetismo é semelhante ao antiferromagnetismo, mas envolve dois elementos, cujos momentos magnéticos têm valor diferente (Fig. 6). Assim, tal como os ferromagnetos, os materiais ferrimagnéticos são atraídos pelos ímanes. A magnetite (Fe_3O_4) é um ferrimagneto, visto que o momento criado pelos átomos de ferro é oposto e superior em valor ao criado pelos átomos de oxigénio.

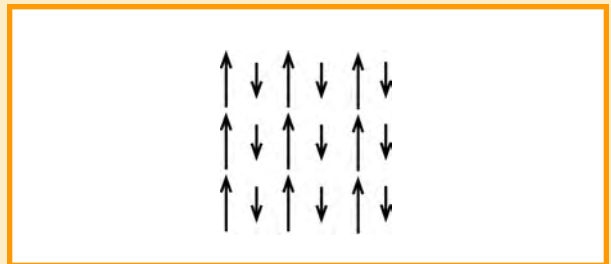


Fig .6.

Os materiais usados por dalla Bella eram ferromagnéticos. Depois de cada experiência, ele procedeu à desmagnetização das peças de ferro e aço, colocando-as no fogo por algum tempo. Para estudarmos a influência da temperatura nos vários tipos de magnetismo abordados, convém introduzir duas novas grandezas físicas, a permeabilidade e a susceptibilidade

PERMEABILIDADE E LEI DE CURIE-WEISS

A permeabilidade de um material pode ser entendida como a facilidade com que ele se magnetiza. Sendo μ_0 a permeabilidade no vácuo⁴, a permeabilidade de um material é dada por $\mu = \mu_0 (1 + m)$, onde m é a grandeza designada por susceptibilidade magnética.

Só nos materiais diamagnéticos a susceptibilidade é negativa e independente da temperatura.

Nos paramagnetos, a permeabilidade varia de acordo com a lei de Curie-Weiss (Fig. 7)

$$m = \frac{C}{T - T_C}$$

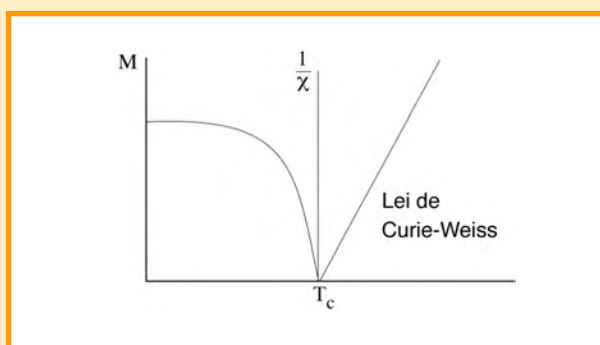


Fig. 7.

sendo C a constante de Curie, T a temperatura absoluta e T_C a temperatura de Curie, própria de cada material. Abaixo deste valor, a substância apresenta propriedades ferromagnéticas: a magnetização espontânea é praticamente constante perto do zero absoluto, mas vai decrescendo, anulando-se a $T = T_C$. O ponto de Curie do ferro é cerca de 770°C , pelo que esta substância é ferromagnética à temperatura ambiente.

É óbvio agora que a desmagnetização dos corpos metálicos de Dalla Bella era tanto mais efectiva quanto mais a temperatura se aproximava do ponto de Curie.

*

Os motivos que levaram Rómulo de Carvalho a menosprezar os trabalhos do professor paduano estão descritos no seu artigo. Destacarei os dois que considero fulcrais.

Em primeiro lugar, Dalla Bella explica, nas duas memórias, a dificuldade em determinar o centro magnético dos pólos para medir distâncias (recordemos que não dispunha dos ímanes modernos). Mas os processos usados na sua localização levantam dúvidas acerca da validade científica das suas experiências.

Para determinar o centro do pólo no íman fixo, diz ter verificado em que ponto se uniriam as linhas de direcção da agulha magnética, colocada a distâncias iguais do pólo. Ora, tal é inviável, visto que as linhas de campo de um íman não convergem, nem por grosseira aproximação, num único ponto.

Mais polémico é o método usado para as peças móveis: supondo a validade da lei (que já conhecia, como veremos), Dalla Bella considerou a localização dos centros polares como aquela que a tornava mais exacta nos vários ensaios. É muito discutível que esse método preencha os requisitos da descoberta experimental de uma lei.

O segundo motivo está relacionado com o facto de a lei das acções magnéticas ser anterior a Dalla Bella... Na realidade, o britânico John Michell já a tinha enunciado em 1750, num livro sobre processos de magnetização. Refere-se a essa lei no prefácio, nos mesmos termos em que foi enunciada mais tarde, dizendo que a obteve experimentalmente, e não se ocupou mais do assunto, por não ser essa a finalidade da sua obra. A par disto, a teoria da questão já tinha sido esboçada por cientistas como o

alemão Johann Lambert, que, em 1766, previu matematicamente a variação da força magnética dada pela referida lei. E é inquestionável, estando exaustivamente provado no artigo de Rómulo de Carvalho, que dalla Bella conhecia estas obras (a sua cultura científica era, de facto, notável), apesar da inocência com que apresenta as "suas" descobertas.

A Academia das Ciências atrasou de vários anos a leitura aos académicos das duas memórias. Mário Silva fala em "inércia", "isolamento" e "incompreensão". Mas Rómulo de Carvalho sugere a indignação dos cientistas portugueses perante a "nova ideia" de dalla Bella e a frustração das expectativas criadas em torno do físico estrangeiro como explicação para essa demora. Seria interessante saber se os mesmos académicos aplaudiram os trabalhos de Coulomb.

A realidade é que, depois do trabalho de Rómulo de Carvalho (convém não esquecer a sua autoridade na história da ciência portuguesa, especialmente da época pombalina), as experiências do professor italiano foram remetidas ao esquecimento. Na própria Academia de Ciências de Lisboa, o seu nome é hoje associado às suas outras publicações, e não ao magnetismo, pelas pessoas que se ocupam da biblioteca e dos arquivos históricos.

Nos nossos dias, e como é sabido, a lei das acções magnéticas é atribuída a Coulomb, e não a dalla Bella nem a Michell...

NOTAS

1. Professor de Física na Universidade de Coimbra, onde organizou o Museu Pombalino de Física, recuperando o Gabinete Experimental que dalla Bella dirigiu.
2. Professor no Liceu Normal de Pedro Nunes, em Lisboa, e membro da Academia de Ciências de Lisboa; grande divulgador científico e autor literário sob o pseudónimo de António Gedeão.
3. É inevitável a analogia com as expressões clássicas da força gravítica e da força eléctrica, propostas pelo inglês Isaac Newton, em 1687, e pelo francês Charles Coulomb, em 1785, respectivamente.
4. A constante k' (na equação da força magnética no vácuo, apresentada anteriormente) é dada, no Sistema Internacional, por $\mu_0 / 4$.

BIBLIOGRAFIA

- Giovanni dalla Bella, in *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Tomo I, 1ª Série, Typografia da Academia, Lisboa, 1797.
- Mário Silva, in *Publications du Laboratoire de Physique de l'Université de Coimbra*, Nos 3 e 4, Volume I, Typografia da Atlântida, Coimbra, 1941.
- Rómulo de Carvalho, in *Revista Filosófica*, Nº 11, Ano IV, Coimbra, 1954.
- Carvalho, Rómulo de – *História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra, desde a sua fundação (1772) até ao jubileu do professor italiano Giovanni Antonio dalla Bella (1790)*, Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, Coimbra, 1978.
- Schaum, Daniel; Van Der Merwe, E. Carel – *Física Geral*, Tradução de Alvaro Ferreira Gomes, Coleção Schaum, Editora McGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro, 1961.
- Marques de Sá, Maria Teresa – *Física 12º Ano*, 1ª Edição, Texto Editora, Lisboa, 1998.

PROCURA-SE OUTRO GÊNIO

www.publico.pt

PUBLICIS



René Descartes

Prémios PÚBLICO/GRADIVA para ideias geniais dos melhores alunos do 12º ano de Matemática e Física.

Edição 2001/2002

Para conhecer o Regulamento, contacta os professores da tua escola secundária ou:

www.publico.pt

S.P.M. - Tel.: 21 793 97 85 - E-mail: spm@spm.pt - Internet: www.spm.pt

S.P.F. - Tel.: 21 799 36 65 - E-mail: secretariado@spf.pt - Internet: www.spf.pt

Prémio "Bento de Jesus Caraça"
atribuído pela Sociedade Portuguesa de Matemática,
no valor de 3.000 euros/ 601.446\$00 para o melhor trabalho
individual sobre Matemática elaborado por alunos que,
na prova nacional de Matemática do 12º ano (2000/ 2001),
tenham obtido pelo menos 18 valores.

Prémio "Mário Silva"
atribuído pela Sociedade Portuguesa de Física,
no valor de 3.000 euros/ 601.446\$00 para o melhor trabalho
individual sobre Física elaborado por alunos que,
na prova nacional de Física do 12º ano (2000/ 2001),
tenham obtido pelo menos 18 valores.

A BP oferecerá um prémio no valor de 2.500 Euros (501.205\$00) à Escola Secundária dos alunos premiados.

Organização:

PÚBLICO



Patrocínio:



Dadas as dificuldades dos alunos no estudo do fenómeno do atrito entre sólidos, evidenciadas em vários estudos na área de Ensino de Física, este trabalho discute o estatuto usualmente atribuído ao sentido das forças de atrito de escorregamento (atrito cinético ou dinâmico) e de não escorregamento (atrito estático), exercidas sobre as superfícies secas e não lubrificadas dos sólidos em contacto, com o objectivo de fornecer elementos que subsidiem o ensino e a aprendizagem do fenómeno em questão.

HELENA CALDAS

Departamento de Física - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Campus de Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari s/n.º,
29.060 - 900
Vitória - ES - Brasil
helenac@npd.ufes.br

EDITH SALTIEL

Laboratoire de Didactique de Sciences Physiques (LDSP) - Université Paris VII
Case courrier 7021- 2, Place Jussieu,
75.251 Paris
Cedex 05 - França
esaltiel@ccr.jussieu.br

ALTAIR L.CUNHA

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
Cachoeiro de Itapemirim - ES - Brasil
lorencetti@escelsa.com.br

ATRITO ENTRE SÓL

Discussão de algumas dificuldades dos alunos

O fenómeno do atrito de escorregamento entre sólidos e sem adição de fluido é habitualmente associado à ideia de "resistência ao movimento", isto é, a um fenómeno modelado por uma resultante de forças que, aparentemente, adquiriu o estatuto de "ser sempre oposta ao movimento". Trabalhos na área de Ensino de Física (Caldas H. & Saltiel E. 1995, Caldas H. 1999, Caldas H. & Saltiel E. 2000) desenvolvidos com estudantes e professores de diferentes países (Brasil, Espanha, França, Itália e Portugal) e de diferentes níveis de escolaridade (incluindo o ensino superior) indicam que estas populações, em geral, tendem a considerar que as forças de atrito são "por definição, sempre opostas ao movimento" (caso do atrito cinético) ou à "tendência do movimento" (caso do atrito estático).

Em resumo, estes trabalhos permitem concluir que, para a grande maioria das populações interrogadas, independentemente do seu país de origem ou nível de escolaridade:

- A força de atrito cinético que se exerce sobre um corpo opõe-se sempre ao seu "movimento", movimento este sempre tomado em relação a um referencial fixo: o movimento de escorregamento relativo entre os objectos em contacto não é, portanto, considerado. Neste contexto, a força de atrito cinético assume sempre um carácter "resistente", o que impossibilita os estudantes de "verem" que esta força pode ter o mesmo sentido do movimento de um corpo em relação a um determinado referencial, e desempenhar, neste referencial, o papel de força "**motriz**" ou "**motora**" desse movimento.

- A força de atrito estático que se exerce sobre um corpo sempre se opõe à tendência do "movimento" deste e, como no caso do atrito cinético, só lhe é reconhecido o carácter de "resistência" a este movimento. Por outro lado, as forças de atrito estático não são percebidas como forças que se adaptam às condições dinâmicas de cada situação física, em módulo e **sentido**. Desta forma, o sentido destas forças é considerado "fixo": ele é sempre oposto ao "movimento" e, portanto, ele só pode variar se o sentido do movimento variar.

Por consequência, pretende-se justamente discutir o estatuto atribuído ao sentido das forças de atrito de escorregamento e de não escorregamento, levantando aspectos que o contrariam e abordando pontos "críticos" que fazem parte do universo das dificuldades de estudantes (e professores).

O QUE DIZ A FÍSICA?

As leis do atrito sólido seco que conhecemos hoje não são mais que as "leis de Coulomb", nome este geralmente muito pouco utilizado, que resumem as investigações de Da Vinci (1452-1519) a Coulomb (1736-1806) sobre as interações de sólidos em contacto, nos quais as superfícies são secas, isto é, sem nenhuma adição de fluido. Enfatiza-se, ainda, o carácter empírico das leis existentes

e o aspecto fenomenológico do estudo do atrito sólido seco, que será aqui abordado, apenas, sob o ponto de vista macroscópico.

SENTIDO DAS FORÇAS DE ATRITO

FORÇAS DE ATRITO CINÉTICO

Existe atrito cinético entre duas superfícies em contacto se pudermos definir, para cada uma das superfícies, uma **velocidade relativa de escorregamento**¹ não nula.

Sejam v_{1T} e v_{2T} respectivamente, as velocidades dos sólidos S_1 e S_2 em relação a um determinado referencial (a Terra, por exemplo). As velocidades relativas de escorregamento de S_1 em relação a S_2 (v_{12}) e de S_2 em relação a S_1 (v_{21}), serão então dadas por:

$$v_{12} = v_{1T} - v_{2T} \quad \text{e} \quad v_{21} = v_{2T} - v_{1T}$$

O sentido das forças de atrito cinético que cada uma das superfícies em contacto exerce tangencialmente sobre a outra, será sempre **oposto** ao sentido das respectivas **velocidades relativas de escorregamento** no contacto.

Entretanto, essas forças de atrito, ainda que opostas ao movimento relativo de escorregamento das superfícies em contacto, podem perfeitamente ter o mesmo sentido do movimento do sólido estudado, em relação a um determinado referencial e tornarem-se, para este sólido e em relação a este referencial, uma força "**motriz**" do movimento.

FORÇAS DE ATRITO ESTÁTICO

Existe atrito estático entre duas superfícies em contacto quando a **velocidade relativa de escorregamento** de cada uma das superfícies em relação à outra é nula ($v_{12} = v_{21} = 0$) e desde que uma força externa seja ou tenha sido aplicada ao sistema.

Sendo a **velocidade relativa de escorregamento** no contacto nula, as superfícies estarão em **repouso relativo do ponto de vista do escorregamento** (não escorregamento).

Qualitativamente, o sentido das forças de atrito estático que cada uma das superfícies em contacto exerce tangencialmente sobre a outra será sempre oposto à **possível ou eventual velocidade relativa de escorregamento** que cada superfície teria uma em relação à outra, na **ausência de atrito**.

Assim, para conhecermos o sentido das forças de atrito estático, precisamos de conseguir prever o sentido para o qual tenderia o movimento relativo de escorregamento dos corpos em contacto, se o atrito entre estes corpos fosse nulo.

Como o que está em causa são os movimentos relativos de escorregamento das superfícies umas em relação às outras, as forças de atrito estático, tal como as de atrito cinético, podem, perfeitamente, ter o **mesmo sentido** do movimento de um corpo num dado referencial, funcionando para este corpo e neste referencial como forças "geradoras" do movimento considerado.

TRANSLAÇÃO: FORÇAS DE ATRITO ESTÁTICO E CINÉTICO — UM EXEMPLO

Consideremos o exemplo de dois blocos de massas m_1 e m_2 , pousados um em cima do outro, o conjunto repousando sobre uma superfície horizontal S de atrito desprezável. Aplica-se uma força horizontal F ao bloco inferior, 1.

CASO DO ATRITO ESTÁTICO

A força F aplicada é tal que os dois blocos se deslocam solidariamente, isto é, têm a mesma aceleração a_S em relação a S . Representando, apenas, as forças horizontais exercidas, temos a situação da Fig. 1.

A força de atrito estático $f_{e,12}$ que o bloco 1 exerce sobre 2 tem o mesmo sentido da velocidade v_S do bloco em

relação ao solo, mas opõe-se à eventual velocidade relativa de escorregamento v_{21} , de 2 em relação a 1, que se produziria se o atrito entre os blocos fosse nulo.

Assim, a força de atrito $f_{e,12}$, opondo-se a v_{21} , terá, neste caso, o **mesmo** sentido do movimento dos blocos em relação ao solo (v_S), isto é, para a direita.

No caso de $f_{e,21}$, na **ausência de atrito** entre os blocos, o bloco 1 deslizaria para a direita com uma velocidade v_{12} em relação a 2 e a força de atrito $f_{e,21}$ que 2 exerce em 1, opondo-se a esta velocidade, será então orientada para a esquerda: aqui, o sentido da força de atrito opõe-se, também, ao sentido do movimento dos blocos em relação ao solo (v_S).

Como impõe a 3ª lei de Newton, $f_{e,12} = -f_{e,21}$ e $|f_{e,12}| = |f_{e,21}|$, isto é, duas forças de mesmo módulo e sentidos contrários, agindo em corpos diferentes.

Conclui-se que as forças de atrito estático podem ou não opor-se ao "movimento" dos corpos num dado referencial, dependendo da situação física estudada.

CASO DO ATRITO CINÉTICO

Vamos supor, agora, que a força F aplicada é tal que os blocos têm um movimento relativo entre si, isto é, eles se deslocam para a direita em relação a S com acelerações diferentes a_{1S} e a_{2S} .

Como os dois blocos em contacto se deslocam um em relação ao outro, a velocidade relativa de escorregamento

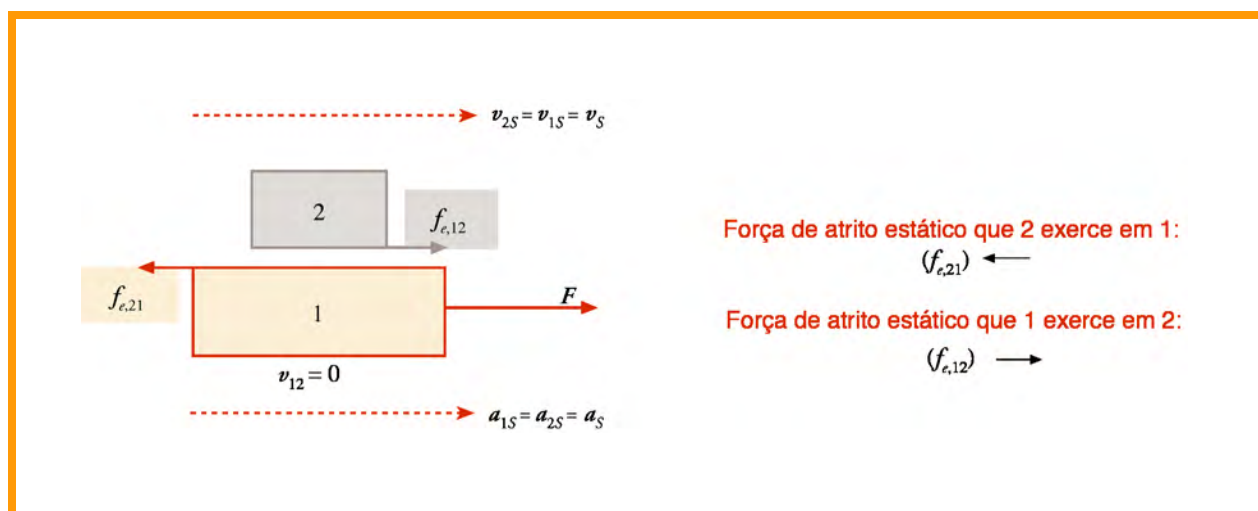


Fig.1.

de um bloco em relação ao outro não é nula, sendo

$$v_{21} = -v_{12}.$$

Na Fig. 2 estão apenas representadas as forças horizontais exercidas nos blocos.

Assim, o bloco 2 move-se para a direita em relação ao solo (v_{2S}), pela acção da **força de atrito** cinético ($f_{c,12}$), também orientada para a direita, e que, portanto, tem o **mesmo sentido** deste movimento. Aliás, $f_{c,12}$ é a **única** força horizontal que age no bloco 2.

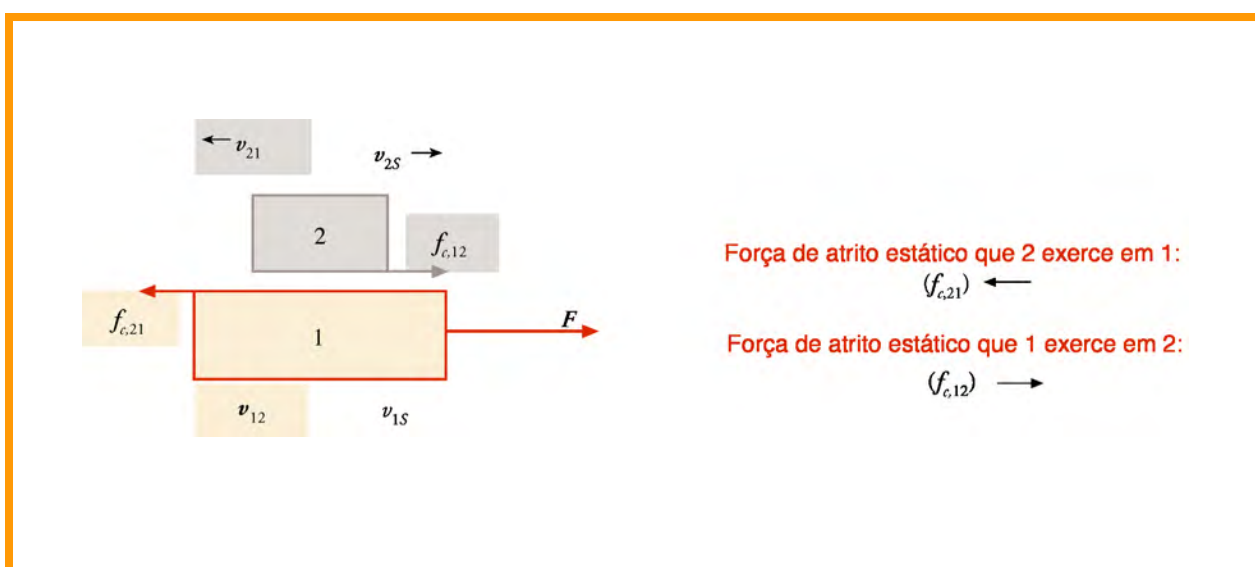


Fig.2.

Esta força é oposta, sim, como deveria, ao movimento de 2 relativamente a 1, pois o sentido da velocidade relativa de escorregamento de 2 em relação a 1, v_{21} , é para a esquerda.

No caso do bloco 1, $f_{c,21}$ (orientada para a esquerda) opõe-se, também, como deveria, à velocidade relativa de escorregamento de 1 em relação a 2 (v_{12}), velocidade esta que, nesta situação, tem o mesmo sentido da velocidade do bloco em relação ao solo (v_{1S}).

Conclui-se, portanto, que uma força de atrito cinético, apesar da sua característica "**passiva**" (ela não pode, por si só, produzir movimento), pode desempenhar tanto o papel de "**motor**" do movimento, agindo **no mesmo sentido** deste, como o papel de "**resistência**" ao movimento, a ele **se opondo**.

Assim, não é verdade que "a força de atrito se oponha sempre ao movimento" ou que as "forças de atrito são sempre forças resistentes", frases repetidas e banalizadas por alunos e livros e que encerram uma concepção errada do fenómeno do atrito.

ROLAMENTO SEM ESCORREGAMENTO: ATRITO ESTÁTICO - EXEMPLOS

No caso do rolamento sem escorregamento (considerando os corpos em contacto como indeformáveis), se existir atrito, ele será estático, pois não existe escorregamento ou deslizamento do corpo sobre a superfície de contacto. Existem diversas situações físicas nas quais a força de atrito estático exerce o papel de força "motriz" de um dado

movimento. Um dos exemplos clássicos é o deslocamento de um automóvel. Este exemplo ilustra bem como a força de atrito estático tanto pode opor-se como pode ter o mesmo sentido de um dado movimento.

CASO DAS RODAS DE UM AUTOMÓVEL

Supondo que as rodas do carro não "patinam", se as rodas dianteiras são as motrizes, a força de atrito estático que o chão exerce nos pneus dianteiros é dirigida no sentido do movimento da translação do carro, enquanto a força de atrito exercida sobre os pneus traseiros é dirigida no sentido contrário a este movimento de translação (ver Fig. 3)

O "balanço" das forças aplicadas não é o mesmo nas duas rodas, o que implica sentidos diferentes para a força de atrito que o solo exerce sobre cada uma.

No caso das rodas motrizes, o momento que o motor do carro aplica nas rodas (torque motor) impõe a estas um certo sentido de rotação (sentido horário, por exemplo); na ausência de atrito, as rodas "patinariam" sobre o solo (S) e o sentido das forças de atrito estático que o solo exerce sobre elas ($f_{e,SR}$), será então sentido contrário a este movimento de escorregamento, (portanto, para a direita e, neste caso, no mesmo sentido do movimento de avanço do carro.)

No caso das rodas traseiras (aqui consideradas não motrizes), elas são apenas "levadas" pelo conjunto e funcionam como se o carro estivesse avariado e fosse necessário em-

purrá-lo, aplicando-lhe uma força horizontal: na ausência de atrito, o sentido do possível movimento de escorregamento das rodas em relação ao solo seria o mesmo do do avanço do carro, uma vez que as rodas deslizariam sem rodar. Assim, o sentido da força de atrito estático ($f_{e,SR}$) seria contrário a este possível ou eventual movimento, isto é, para "trás" e, portanto, neste caso, contrário também ao sentido do movimento de translação do carro.

Nas duas situações, o movimento de translação do carro e da rotação das rodas é idêntico, mas as condições dinâmicas iniciais mudaram: as tensões locais ao nível do contacto são, portanto, muito diferentes.

Note-se que é bastante frequente, mas muito perigoso, tentar-se descobrir a "tendência do movimento" através do seguinte raciocínio.

Consideremos a esfera rolando (no sentido horário) sem escorregar, sob a acção da força externa horizontal F (Fig. 4). Como a esfera roda no sentido horário, isto é, para a "direita", ela "empurraria" o solo para a esquerda e a força de atrito f_e exercida na esfera pelo solo, opondo-se a este "movimento", seria orientada para a direita (e vice-versa se a esfera rolasse no sentido anti-horário).

Nesta óptica, a força de atrito opor-se-ia sempre ao sentido da rotação dos sólidos, no contacto, o que, como acabamos de ver, **não "funciona"** para diversas situações físicas, pois a força de atrito estático **não** é determinada pelo sentido dos movimentos "efectivos" (aqueles que

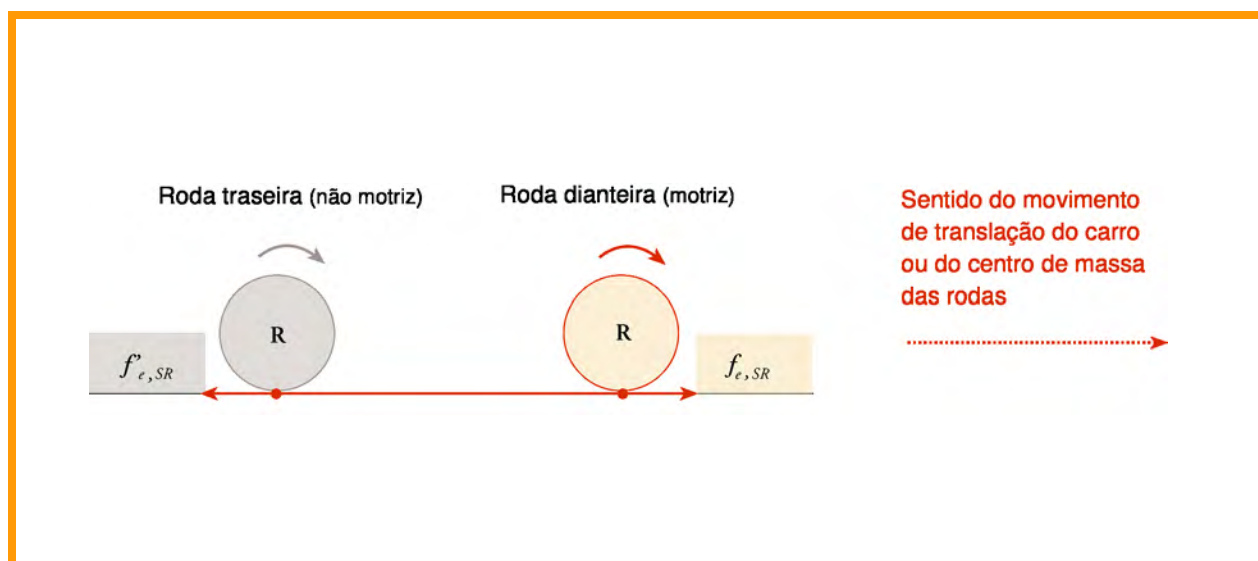


Fig.3.

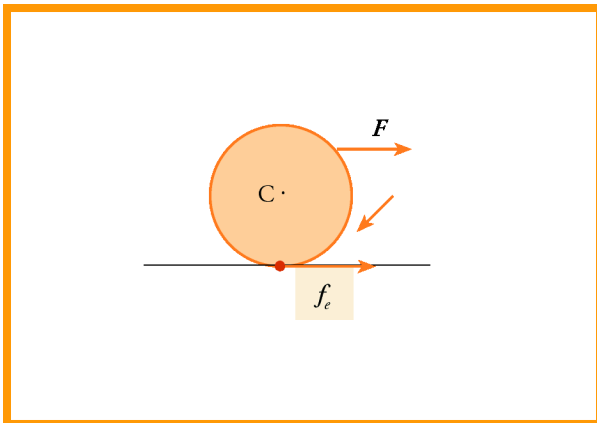


Fig.4.

"aparecem") dos sólidos, quer se considere o sentido do movimento de rotação ou o sentido do movimento de translação do centro de massa.

Comparando "grosso modo" as características gerais das forças de atrito estático e cinético, podemos dizer que, "a priori", as forças de atrito estático são desconhecidas, em **módulo e sentido**, ao contrário do que ocorre com as forças de atrito cinético, estas sim perfeitamente definidas em módulo e sentido.

Assim, este exemplo evidencia um outro aspecto importante das propriedades das forças de atrito estático, que é a característica de estas forças se **ajustarem ou se adaptarem** (em módulo e sentido) às condições dinâmicas existentes nas diferentes situações físicas estudadas, segundo as tensões locais ao nível do contacto: para uma dada situação física, o módulo e o sentido das forças de atrito estático **depende exclusivamente das forças em jogo**.

Existem situações físicas para as quais é fácil prever qualitativamente o sentido do possível movimento relativo de escorregamento, na ausência de atrito e, portanto, deduzir daí o sentido da força de atrito estático em estudo, como no exemplo anterior.

Entretanto, também existem inúmeras situações para as quais, simplesmente, não é possível fazer a previsão qualitativa do sentido das forças de atrito: somos então obrigados a recorrer às equações dinâmicas apropriadas ao problema em questão, considerando inicialmente um sentido arbitrário para as forças de atrito estático, para que o sentido destas forças seja determinado através das equações aplicadas.

O exemplo que se segue ilustra bem este aspecto, além de evidenciar, a característica de "adaptação" ou de "ajustamento" do sentido das forças de atrito às condições dinâmicas dadas.

CASO DA ESFERA SOBRE UMA SUPERFÍCIE HORIZONTAL

Consideremos uma esfera de raio R , rolando sem escorregar, sobre uma superfície horizontal, sob a acção de uma força (externa) horizontal constante F , esta força é aplicada a uma distância H , qualquer, da superfície horizontal. Basta variar o ponto de aplicação da força (o que significa variar a distância H de determinados valores) para que a força de atrito estático exercida sobre a superfície de contacto da esfera com o plano horizontal, mude de sentido e até se anule, sem que o sentido da rotação seja mudado.

Supondo inicialmente um sentido arbitrário para a força de atrito estático f_e , considerando que a velocidade relativa de escorregamento no contacto (v_p) é nula e aplicando as equações dinâmicas ao sólido, no referencial ligado à superfície horizontal, tem-se (Fig. 5).

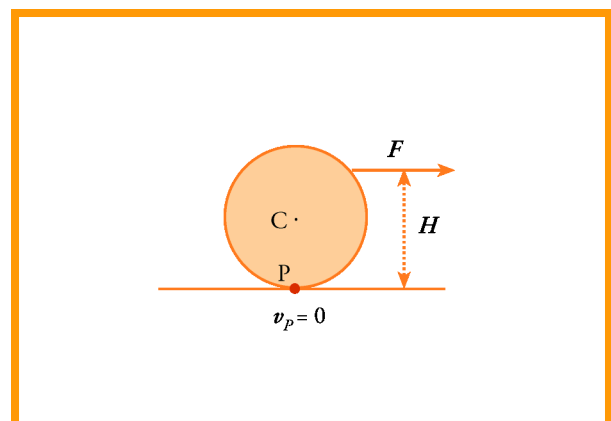


Fig. 5

A velocidade de P (ponto de contacto entre a esfera e a superfície horizontal) em função de C (centro de massa da esfera) é dada por

$$v_p = v_C + \omega \overline{CP}$$

onde v_C é a velocidade do centro de massa C do sólido em relação à superfície horizontal, v_p é a velocidade de escorregamento do seu ponto de contacto P em relação à mesma superfície e ω é a velocidade angular da esfera.

Como a esfera rola sem escorregar sobre a superfície horizontal, $v_P = 0$, e o atrito entre a esfera e o plano de contacto é, pois, estático. Assim,

$$v_C = \omega R \text{ e } a_C = \alpha R,$$

onde α é a aceleração angular da esfera.

Consideremos, arbitrariamente, que o sentido da força de atrito estático (f_e), exercida sobre a esfera pela superfície horizontal, seja orientada para a **esquerda**. As equações dinâmicas aplicadas ao sólido, cuja massa é m , no referencial ligado à superfície horizontal, seriam:

$$(1) \quad F - f_e = m a_C$$

$$(2) \quad F(H - R) + f_e R = I a = \frac{2}{5} m R^2 \alpha$$

onde I é o momento de inércia da esfera de massa m , em relação ao eixo de rotação que passa por C. Das equações (1) e (2), com $a_C = \alpha R$, obtém-se:

$$(3) \quad f_e = F (1 - 5H/7R)$$

Três casos se apresentam:

a) Se $H = 7R/5$, então $f_e = 0$ e a esfera rola sem escorregar, com atrito nulo.

b) Se $H > 7R/5$, então $f_e < 0$, isto é, orientada para a direita. A esfera rola sem escorregar e a força de atrito estático tem o mesmo sentido do movimento do centro de massa da esfera:

Sentido de f_e : Sentido do movimento do C.M.:
Sentido da rotação: **horário**

c) Se $H < 7R/5$, então $f_e > 0$, isto é, orientada para a esquerda. A esfera rola sem escorregar e a força de atrito estático tem sentido oposto ao movimento do centro de massa da esfera:

Sentido de f_e : Sentido do movimento do C.M.:
Sentido da rotação: **horário**

Determinando o possível ou eventual movimento de escorregamento relativo que se produziria, na ausência de atrito, pode verificar-se que a força de atrito estático se opõe sempre ao sentido deste eventual movimento: se o

atrito entre a esfera e a superfície horizontal for nulo, bastava tomar as mesmas equações (1) e (2), com $f_e = 0$, e estudar o que ocorre quando $(a_C / \alpha R)$ for maior, menor ou igual a 1.

Assim, de (1) e (2), com $f_e = 0$, obtém-se:

$$a_C / \alpha R = 2R/5(H - R)$$

Por exemplo, se $(a_C / \alpha R) = 1$, então $a_C = \alpha R$, $v_P = 0$ e $H = 7R/5$; isto implica que a esfera não escorrega: não existe, portanto, o eventual movimento de escorregamento na ausência de atrito (caso a).

É portanto impossível prever qualitativamente, neste tipo de situações, qual seria o sentido do possível movimento de escorregamento na ausência de atrito, para cada valor de H : o momento de inércia varia de sólido para sólido e o momento da força externa aplicada (torque) varia, no mesmo sólido, consoante o valor de H (que corresponde aos diferentes pontos de aplicação da força F exercida), o que implica o recurso indispensável à resolução quantitativa.

Qualitativamente, é apenas possível prever que o sentido da força de atrito estático deverá mudar, já que as condições dinâmicas iniciais mudam, pois esta força não depende senão do conjunto de forças aplicadas.

Conclui-se, portanto, que, quando um sólido tem um movimento não nulo (de rotação ou de translação) num dado referencial, com uma velocidade relativa de escorregamento nula, o sentido das forças de atrito estático **não pode** ser determinado a partir do sentido daquele movimento: é o **possível ou eventual movimento relativo de escorregamento** de uma superfície de contacto sobre a outra, na **ausência de atrito**, que determinará o sentido desta força, o qual, como vimos, nem sempre pode ser previsto qualitativamente.

CONCLUSÃO

Comparando o ponto de vista dos estudantes e o da Física, não pode existir nenhuma dúvida em admitir que é bastante importante aliar a noção de velocidade relativa de escorregamento das superfícies em contacto ao estudo do atrito cinético, assim como a de possível ou eventual velocidade relativa de escorregamento destas superfícies, na ausência de atrito, ao estudo do atrito estático, não só para determinar correctamente o sentido das respectivas forças de atrito, como também para que se compreendam as "subtilezas" deste fenómeno.

Quando se "introduz" o aluno no mundo em que ele vive, isto é, um mundo com atrito, as dificuldades com movimentos relativos e referenciais não parecem ser um motivo justo para reduzir este fenómeno a, apenas, um fenómeno "resistente", cujas forças sempre se "opõem ao movimento" ou à "tendência do movimento". Muito pelo contrário, parece uma excelente oportunidade de rever estes movimentos e de tentar que os alunos se apercebam da necessidade de saber em que referencial é definido um dado movimento.

NOTA

1. Velocidade com que um meio (que pode ser um ponto, uma linha ou uma superfície plana) escorrega ou desliza em relação a outra.

REFERÊNCIAS

Caldas H.,1999. *Atrito: o que diz a Física,o que os alunos pensam e o que os livros explicam*. Edufes,Vitória, ES,Brasil.

Caldas H.& Saltiel E.,1995.Le frottement cinétique: analyse des raisonnements des étudiants. *Didaskalia: Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques* 6: 55-71, Bruxelles, Paris.

Caldas H.& Saltiel E.,2000. Le frottement statique:analyse des raisonnements des étudiants. *Didaskalia: Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques* 17: 9-25. Bruxelles, Paris.

Gersten J.,Soodak H. & Tiersten M.S.,1992.Unexpected motions of balls. *American Journal of Physics* 60 (1):43-47

Shaw Donald E.,1979. Frictional force on rolling objets. *American Journal of Physics* 47 (10):887-888

Strelkov S.,1978. *Mécanique*. Editions Mir, Moscou.

A Europa tem um grande potencial científico e tecnológico, mas tem de aprender muitas coisas com os americanos, em especial a capacidade de transformar ideias em produtos de mercado. Quem o afirma é Pedro Echenique, um físico basco que não tem dúvidas em afirmar que a "Europa pode ganhar aos americanos sempre que souber aprender com eles". Isso passa, entre outras coisas, por introduzir nas universidades a "competitividade da ciência", diferente da que existe no mercado, pois se "norteia por outros parâmetros". Professor catedrático de Física de Matéria Condensada da Universidade do País basco, em San Sebastian, Prémio Príncipe das Astúrias de Ciência e Tecnologia em 1998 e Presidente da Fundação "Donostia International Physics Center", Echenique foi Ministro da Educação do Governo Basco, mas não ambiciona regressar à vida política activa. Por duas razões: o exercício da política constitui "uma actividade muito nobre, mas também muito exigente, porque implica muita responsabilidade" e, por outro lado, a política basca "é muito complicada".

Entrevistado por:
CARLOS PESSOA e CARLOS FIOLEAIS
gazeta@teor.fis.us.pt

Entrevista com o físico basco Pedro Miguel Echenique

"SISTEMA BUROCRÁTICO A INOVAÇÃO"

Gazeta de Física — Na palestra que fez em Coimbra falou da "utilidade do conhecimento", enfatizando a importância da investigação básica. Acha que a ciência pura está ameaçada?

Pedro Echenique — Quanto menos desenvolvido é um país, mais se insiste numa visão estreita de horizontes, identificando a utilidade com o curto prazo e o imediato, e defendendo a renúncia à investigação básica em nome da concentração de esforços na investigação aplicada. É curioso, porque a maior parte das vezes isso releva da ignorância e não da má-fé, o que é muito prejudicial para os países.

Um bom exemplo, pelo oposto, é o dos Estados Unidos, país que tem sabido transformar melhor do que ninguém ideias em produtos de mercado. No entanto, o triunfo do sistema americano reside numa confluência harmónica entre o básico, o aplicado, o desenvolvimento e as empresas. Os próprios empresários americanos apelam frequentemente aos centros de investigação básica para não se desviarem da sua missão. E não se cansam de pedir ao governo que fomenta um programa federal com uma forte componente de investigação básica para que as universidades de elite possam desempenhar a sua missão.

P. — O que é, a muitos títulos, diferente do que se passa na Europa.

R. — Na Europa existe uma dinâmica empresarial mais burocratizada. Eu não vejo uma classe empresarial semelhante à americana em todos os países europeus e, quanto mais caminhamos para o Sul do continente, pior. A Eu-

DA EUROPA PARALISA

ropa tem um grande potencial científico e tecnológico, mas tem de aprender muitas coisas com os americanos, em particular na medida em que não tem sabido transformar ideias em produtos de mercado. Ou seja, a Europa pode ganhar aos americanos sempre que souber aprender com eles.

P. — A que se deve tal situação?

R. — Creio que existe uma arquitectura institucional que não fomenta a inovação e o risco da competição, e essa realidade é mais forte a Sul do que a Norte — em Itália, Espanha, Portugal, mesmo a França.

P. — Tomemos um caso concreto, Espanha ou Portugal: como é que as coisas se passam comparativamente?

R. — O sistema norte-americano tem várias características que não existem nestes dois países. Duas delas, fundamentais, são a flexibilidade e heterogeneidade das instituições, que implicam por seu turno uma forte competição. Acontece que elas são sempre mais rentáveis que a uniformidade e o igualitarismo. Nos Estados Unidos há muitas universidades, mas o sistema soube conciliar a massificação do ensino superior com a manutenção de umas 50 ou 100 universidades de elite. Ora, são estas que puxam pelo carro... Perguntaram um dia a Harriman onde estavam as 100 melhores universidades do mundo. Ele respondeu que não sabia, embora admitisse que algumas delas fossem americanas. Em contrapartida, acrescentou, *sei onde estão as 100 piores universidades do mundo: nos Estados Unidos!* Massificação só é sinónimo de pior qualidade, quando se quer que tudo seja igual.



P. — O que precisa, então, de mudar na Europa?

R. — A resposta passa, como já dei a entender, pela flexibilidade e heterogeneidade das instituições. E é preciso também introduzir uma grande competição. A Europa tem um sistema excessivamente burocrático que, em minha opinião, paralisa a inovação. Eu não conheço nenhum investigador com um certo nível que não esteja escandalizado com a burocracia de Bruxelas. Há consenso sobre esta matéria e chegou-se ao ponto de haver diversos laboratórios e grupos de investigadores que desistiram de participar em redes europeias por causa da burocracia reinante. Em contrapartida, nos Estados Unidos existe muita competição para obter fundos mas a burocracia não é tanta. Aliás, eles existem em grande quantidade e não é por isso que são mais fáceis de obter. Acontece que não se pode identificar êxito com quantidade, nem fracasso com tentativa não conseguida.

P. — A situação que descreveu é então uma característica de base na Europa?

R. — É claro que, no que diz respeito à Europa, não se pode generalizar, pois há sistemas muito diferentes. Os sistemas escandinavos ou anglo-saxónicos são muito diferentes dos ibéricos, por exemplo. No Sul, um sistema sem incentivos — incapaz de negociar, na prática, melhorias individuais — nunca fomentará a mobilidade, a inovação e o risco.

P. — E isso não se altera por decreto...

R. — Claro que não, só através da competição! Tentar forçar toda a gente a trabalhar bem por decreto, nós já sabemos em que é que isso dá... Se queremos que toda a gente seja boa por um acto legislativo, o resultado é que serão todos maus. A única forma de mudar a situação é a que leve à conclusão que fazer bem as coisas é rentável tanto do ponto de vista institucional como do ponto de vista pessoal. Se um director de departamento for avaliado e pago em função dos produtos gerados pelo seu departamento, ele próprio se encarregará de integrar os bons investigadores e de lutar por os contratar.

Há uns anos atrás a revista "Nature" quis saber por que motivo a Itália, que é tão criativa e inovadora, tinha universidades que não eram, globalmente, assim tão criativas. A resposta foi óbvia: se elas fossem financiadas em função dos resultados, os departamentos e faculdades aprenderiam até que ponto é útil recrutar gente de qualidade e lutar por ela. Ou seja, dito de outra forma, é preciso romper com o uniformismo e a burocracia que o sustenta...

P. — Significa isso introduzir na universidade a competitividade que já existe no mercado?

R. — A competitividade da ciência, sim, mas que é diferente da que existe no mercado e se norteia por outros parâmetros. Os parâmetros científicos significam fazer as coisas bem de um ponto de vista científico, o que nem sempre se confunde com os critérios do mercado — que podem ser critérios de muito curto prazo, por exemplo.

P. — Fale-nos um pouco da sua carreira científica. Como e quando se interessou pela Física?

R. — Não creio nas vocações definidas desde o berço. Pessoalmente, gosto de muitas outras coisas além da Física, como a história, a literatura, muita coisa! Há disciplinas para as quais não tenho grande sensibilidade, como a música ou a pintura, mas gosto de tudo o que é bem feito e com paixão. Mas sempre gostei mais do que era quantitativo, de Matemática e da Física. As primeiras noções de Física Quântica provocaram-me um grande

impacto, mas sempre achei muito aborrecida a forma como era ensinada a Física Clássica, a Mecânica. É um milagre que as vocações sobrevivam a essa provação...

P. — Porque escolheu a Física de Superfícies?

R. — Tenho trabalhado em Física da Matéria Condensada e não apenas em Física de Superfícies. Uma das grandes linhas do meu trabalho diz respeito à interacção de cargas e radiação com a matéria — por exemplo, como se trava um protão que entra num meio material, como se excitam os electrões do sólido em interacção com cargas externas. Esta área tem um atractivo que é a sua grande diversidade, pois a interacção de partículas com a matéria combina técnicas modernas de Física dos Sólidos com ideias e intuições da Física Atómica, etc. Apresenta ainda uma característica, porventura única, de operar por aproximações sucessivas, de encontrar formas cada vez mais adequadas de resolver um problema complexo. Isso é fundamental para estudar a complexidade das interacções que comandam a matéria condensada.

P. — Em que problemas trabalha actualmente?

R. — Trabalho em áreas distintas, embora relacionadas, que são abrangidas pela Física da Matéria Condensada e pela Física das Radiações. Mais especificamente, trabalho no problema da resposta dinâmica a perturbações externas tanto em sólidos como em superfícies. E ainda na questão da vida média de electrões estimulados acima do nível de Fermi, algo que é essencial para entender reacções químicas em superfícies, parte de um novo domínio conhecido como Química do femtosegundo.

Interessa-me ainda o problema da transferência de energia de iões lentos e rápidos para a matéria condensada. É um campo clássico da Física desde os trabalhos pioneiros de Bohr e Bethe, mas de grande actualidade tanto pelos complexos desafios que apresenta no campo teórico como pelas suas aplicações práticas na indústria da microelectrónica ou na medicina, para apenas referir dois exemplos. Outro problema que me interessa é no domínio da microscopia electrónica, mais especificamente a transmissão que permite estudar a interacção de feixes de electrões relativistas com sólidos e proporciona informação sobre as superfícies e os seus modos de excitação tanto na superfície externa como nas superfícies internas internas dos materiais. O nosso grupo trabalha afincadamente nesta espectroscopia, que proporciona uma resolução espacial à escala de um nanómetro, ou mesmo do angstrom.

P. — Depois de receber o Prémio Príncipe de Astúrias, o mais prestigiado prémio espanhol de ciência e tecnologia,

criou o Centro Internacional de Física, em San Sebastian – Donostia International Physics Center. Quais são os objectivos dessa instituição?

R. — Uma das suas missões fundamentais é internacionalizar a investigação que fazemos. A ciência é, antes de mais e acima de tudo, criatividade. Por isso, não pode ser ensinada como uma série de regras ou um método prescritivo, o auto-proclamado método científico.

As coisas não funcionam assim, porque há componentes difusas de natureza irracional que não podem ser codificadas. Por isso, a única forma de aprender a fazer bem ciência é fazê-la com os que a fazem bem... É a única forma e só pode ser realizada de duas maneiras: indo aos locais onde se investiga com qualidade conhecida ou trazer os bons investigadores para junto de nós. Nós fazemos as duas coisas. O que queremos é, em síntese, criar um ambiente de trabalho sem definir rigidamente regras burocráticas. Recorremos às coisas boas que aprendemos nos bons locais de investigação.

Uma das acções que promovemos é a realização, anualmente, de três reuniões internacionais em San Sebastian sobre "hot topics", juntando directores de equipa.

Desenvolvemos também um programa, apoiado pelo governo regional da província de Guipuzcoa, dirigido a investigadores nossos que fizeram durante dois ou três anos trabalhos de pós-doutoramento, e que lhes permite investigar o que quiserem durante cinco anos. Têm total liberdade para explorar as ligações que quiserem, tanto com a universidade como com a indústria.

Um outro eixo de trabalho diz respeito à compreensão pública da ciência. No ano passado, por exemplo, realizámos um grande simpósio transdisciplinar sobre o legado científico, em sentido lato, do século XX.

P. — Como se articula toda essa actividade com a universidade?

R. — Todas as nossas actividades estão intrinsecamente ligadas à Universidade do País Basco, que é membro da Fundação que gere o Centro Internacional de Física. Todas as actividades desta última são feitas em colaboração com o Departamento de Física de Materiais da universidade, onde estão os investigadores. A articulação é total, ou seja, funcional e não burocrática.

Por detrás da fundação está o que costumo definir como um exemplo de colaboração institucional com visão estratégica de futuro. A intervenção da universidade proporciona a manutenção da Fundação, cujo orçamento será este ano próximo de um milhão de dólares. O maior financiamento da instituição provém, no entanto, do governo basco, da indústria, do governo da província de Guipuzcoa, do município ("ayuntamiento") de San

Sebastian, do Banco de Guipuzcoa e da empresa hidroeléctrica Iberduero.

P. — Foi durante quatro anos Ministro da Educação do governo basco. À luz dessa sua experiência, como vê a articulação da ciência com a política?

R. — É curioso que esta pergunta seja feita recorrentemente aos cientistas, mas não aos advogados ou aos economistas... Parece estar-lhe subjacente uma concepção da política que a acha mais apropriada para um advogado ou um economista do que para um cientista. É um grande erro, porque se a política for deixada inteiramente na mão dos advogados acaba por ser regida por regras estritas. Esse é um dos pecadilhos da Europa, que apresenta sociedades sobre-reguladas. É isso que explica, por exemplo, que qualquer ideia de mudança que se manifeste numa universidade espanhola tropece sempre num enquadramento jurídico. Assim não é possível!

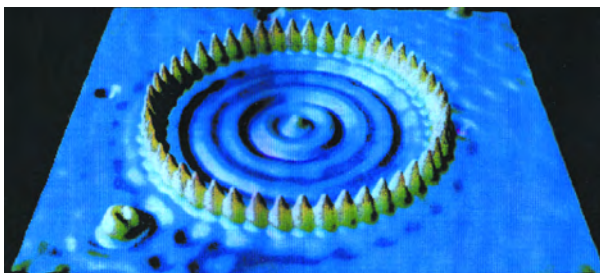
Deve haver pessoas de todas as formações na política. Esta não é uma actividade científica no sentido em que os cientistas estejam melhor preparados para ela do que outras pessoas, mas uma actividade em que, à semelhança da ciência e de outras áreas, há que reconhecer e admitir o erro quando ele ocorre. Por tudo isso, é importante que haja na política cientistas, como filósofos, desportistas, etc.

P. — Mas é possível fazer política e ciência ao mesmo tempo?

R. — Não, não é possível. A política é uma actividade muito nobre, mas também muito exigente, porque implica muita responsabilidade. O problema não é tanto de falta de tempo, mas sobretudo de ausência da serenidade, reflexão e sossego exigidos para pensar em ciência.

P. — Admite voltar alguma vez à política?

R. — Não. A política basca é muito complicada!



Experiências portuguesas no vaivém Endeavour

Ministério da Ciência e Tecnologia aprova novos laboratórios associados

Biblioteca em rede de ciência e tecnologia

Semana da cultura científica no Porto

Portas abertas em Braga

Computação avançada no Porto

70 anos do Prof. José Ferreira da Silva

Museu da Física vai à escola

Semana da cultura científica em Coimbra

Congresso ibérico de espectroscopia

Reunião sobre detectores

Reunião sobre magnetismo

Workshop sobre teorias da matéria condensada

Homenagem ao Prof. Carvalho Soares

Escola de astrofísica e gravitação do Centra

FÍSICA EM PORTUGAL

EXPERIÊNCIAS PORTUGUESAS NO VAIVÉM ENDEAVOUR

Experiências científicas preparadas pelas escolas portuguesas do programa PULSAR partiram no início do passado mês de Dezembro para o espaço a bordo do vaivém Endeavour. A professora Teresa Filipe e as alunas Rute Fonseca e Ana Rodrigues, da Escola Secundária Reynaldo dos Santos (Lisboa), estiveram no Cabo Canaveral (Florida) para assistir à partida da nave espacial.

Além das experiências portuguesas, seguiram a bordo contributos de estudantes da Argentina, Austrália e Marrocos. Os estudantes portugueses e marroquinos participam em cooperação com colegas do Programa GADGET da Northbrook High School, em Glenbrook.

As experiências portuguesas a realizar a bordo do Endeavour incluíam testes à possível modificação de amostras de plantas, incluindo algumas espécies endémicas em Portugal e também de proveniência mediterrânica. Outras experiências visam testar produtos obtidos a partir de plantas comuns em Portugal, incluindo produtos típicos, como o vinho do Porto e da Madeira. Foram ainda efectuadas experiências relacionadas com os currículos científicos nas escolas portuguesas, com extensões para as áreas de Física e Ciência de Materiais.

A missão STS—108 do Endeavour, com uma duração de 11 dias, foi chefiada pelo Comandante Dominic L. Gorie, incluindo ainda o piloto Mark E. Kelly e os especialistas de missão Linda M. Goodwin e Daniel M. Tani, além dos membros da quarta expedição à Estação Espacial Internacional (ISS), Yuri Onufrienko, Daniel Bursch e Carl Walz. Estes três últimos astronautas substituí-

ram os actuais ocupantes da Estação, que completaram quatro meses de serviço em órbita.

Para saber mais sobre as experiências e o programa do vaivém Endeavour consultar <http://www.cienciaviva.mct.pt/pulsar/index.asp>; e <http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/>.

C.P.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA APROVA NOVOS LABORATÓRIOS ASSOCIADOS

Seis novos laboratórios associados foram reconhecidos pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) no passado mês de Novembro, elevando para uma dezena o número de unidades que irão, durante os próximos 10 anos, fazer investigação complementar à que é desenvolvida pelos laboratórios do Estado.

O montante orçamental a investir, na sua maioria proveniente de fundos comunitários, é de 175,5 milhões de euros (35,2 milhões de contos), que irá garantir o desenvolvimento de uma actividade continuada e estável ao longo de 10 anos.

Esta figura foi criada em 2000 pelo MCT como forma de reconhecer a qualidade de centros de investigação que tinham sido classificados com nota de excelente pelos painéis internacionais que fizeram a avaliação das diferentes unidades de investigação existentes em Portugal, durante o período de 1996 a 1999. O seu objectivo é desenvolver actividades complementares às que são prosseguidas pelos laboratórios do próprio Es-

tado, colmatando algumas das necessidades que estes últimos não são capazes de satisfazer por qualquer razão. Permitem ainda que os investigadores beneficiem de condições de trabalho caracterizadas por uma imprescindível estabilidade, já que é possível estabelecer contratos de exclusividade e assegurar um fluxo de recursos financeiros que tornam possível o desenvolvimento dos seus projectos.

Os primeiros quatro laboratórios associados, designados ainda em 2000, foram o Centro de Neurociências da Universidade de Coimbra, o Instituto de Biologia Molecular e Celular, o Instituto de Patologia e Imunologia (os dois da Universidade do Porto) e o Instituto de Tecnologia Química e Biológica, da Universidade Nova de Lisboa.

Este ano, o ministro da Ciência e Tecnologia, José Mariano Gago, escolheu mais seis novas unidades como laboratórios associados, cujos nomes foram tornados públicos durante a realização da Semana da Ciência e Tecnologia. Três desses laboratórios estão integradas no Instituto Superior Técnico (IST): Instituto de Sistemas e Robótica, Instituto de Telecomunicações e Centro de Fusão Nuclear. Os outros três são o Centro de Química Fina e Biotecnologia da Universidade Nova de Lisboa; o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP); e o Instituto de Medicina Molecular da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, nascido do actual Centro de Biologia e Patologia Molecular.

C.P.

BIBLIOTECA EM REDE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

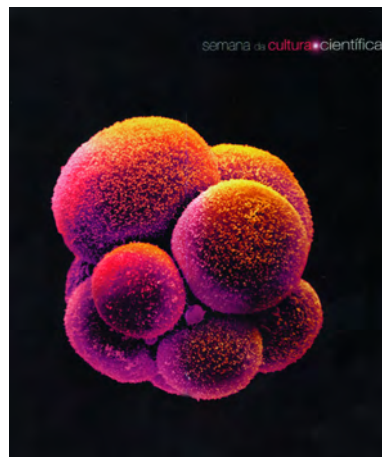
Como passo inicial da criação da Biblioteca Nacional em Rede de Ciência e Tecnologia, o Ministério da Ciência e tecnologia anunciou a abertura à comunidade científica do acesso às bases de dados de referência internacional do Institute for Scientific Information, sedi-

ado em Philadelphia, Estados Unidos. E que incluem o Science Citation Index e o Current Contents. Espera-se a agora que sejam obtidos acordos semelhantes com grandes editoras científicas internacionais, que possam ajudar a colmatar o défice de actualização que é patente nas bibliotecas universitárias.

Para mais informações ver www.oct.mct.pt.

SEMANA DA CULTURA CIENTÍFICA NO PORTO

Promovido pela Câmara Municipal do Porto decorreu durante a Semana Nacional da Cultura Científica, em Novembro passado, na Biblioteca Almeida Garrett um ciclo de palestras em que cada dia foi dedicado a uma disciplina. No dia da Física intervieram Luís Bernardo, Carlos Fiolhais, João Neves Pinto e Helena Praga.



PORTAS ABERTAS EM BRAGA

O Departamento de Física da Universidade do Minho participou na iniciativa "Portas abertas para a Ciência", organizada pela Escola de Ciências da Universidade do Minho de 21 a 23 de Novembro, e que contou com a visita de alunos e professores de várias escolas da região. Foi da responsabilidade daquele Departamento a apresentação de uma palestra pelo Dr. Vasco Teixeira sobre "A Física e as Superfícies", a exibição de

vídeos sobre diversos temas de Física e a demonstração interactiva de experiências de Física.

No dia 17 de Dezembro realizam-se também em Braga as jornadas do Grupo de Revestimentos Funcionais, que foram abertas ao público em geral e que tiveram a participação de investigadores de diversas instituições.

COMPUTAÇÃO AVANÇADA NO PORTO

Realiza-se no Porto de 26 a 28 de Junho de 2002 o *5th International Meeting on High Performance Computing for Computational Science* – VecPar 2002 – organizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Tal evento já tem tradição internacional na área da computação avançada, contando mais uma vez com a presença de destacados especialistas dessa área.

Para mais informações consultar <http://www.fe.up.pt/vecpar2002>



70 ANOS DO PROF. JOSÉ FERREIRA DA SILVA

No dia 12 de Dezembro de 2001, o Prof. Ferreira da Silva, do Departamento de Física da Universidade do Porto, completou 70 anos. O Prof. Ferreira da Silva foi Presidente da Delegação Regional do

Norte da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) de 1979 a 1982. Para celebrar o aniversário, realizou-se uma comemoração na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, da qual constou uma exposição de livros antigos, na Biblioteca do Departamento de Física, uma sessão no Salão Nobre da Faculdade de Ciências, com a presença do Reitor da Universidade do Porto e com intervenções, entre outros, do Director da Faculdade de Ciências, do Presidente do Departamento de Física, dos Profs. Nuno Grande e Jorge Bento, e do homenageado, e, finalmente, um jantar. SPF esteve representada pelo seu Vice-Presidente Augusto Barroso.

MUSEU DA FÍSICA VAI À ESCOLA

No âmbito da intervenção do Museu de Física da Universidade de junto das escolas do ensino secundário foi concluído o projecto Ciência. Viva – "O Museu de Física vai à Escola". Este projecto teve como actividade principal a construção de cinco conjuntos de réplicas de dez instrumentos do século XVIII, pertencentes ao espólio do Museu. A formalização da entrega das réplicas às escolas teve lugar no dia 8 de Novembro de

2001. Nesta ocasião realizou-se uma visita de estudo de aproximadamente 150 estudantes dos 11º e 12º anos da Escola Secundária José Falcão de Coimbra, da Escola EB 2+3 e Secundária José Falcão de Miranda do Corvo, da Escola Secundária de Condeixa, da Escola Secundária Domingos Sequeira de Leiria, da Escola Secundária Emídio Navarro de Viseu. Nesta visita, para além dos estudantes, estiveram presentes professores do 4º Grupo A e presidentes das respectivas Comissões Executivas, o Vereador da Educação da Câmara de Leiria, o Presidente do Centro de Formação de Leiria, o Chefe de Divisão de Educação da Câmara de Leiria.

SEMANA DA CULTURA CIENTÍFICA EM COIMBRA

Durante os dias 19, 20 e 21 de Novembro, no âmbito da Semana da Ciência, organizaram-se no Departamento de Física várias acções de divulgação da Física para alunos dos 1º, 2º e 3º ciclos do ensino básico e ainda do ensino secundário. Estiveram presentes 310 alunos dos primeiros dois ciclos e 170 alunos do 3º ciclo e do secundário. As acções consistiram de sessões "mãos na massa", sessões





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

MATERIAL DIDÁCTICO





FÍSICA

experimentais nas áreas de Óptica e Lasers, Mecânica, Termodinâmica, Física Moderna, Electricidade, e sessões de projecção de vídeos científicos.

CONGRESSO IBÉRICO DE ESPECTROSCOPIA

Vai realizar-se em Coimbra o II Congresso Ibérico de Espectroscopia (IICIE)/ *XVIII Reunión Nacional de Espectroscopía* (XVIII RNE) de 16 a 21 de Setembro de 2002.

A reunião é organizada pela Unidade de Química-Física Molecular da Universidade de Coimbra em colaboração com o Comité de Espectroscopia de la Sociedad Española de Óptica (SEDO) e a Sociedad de Espectroscopia Aplicada.

Para mais informações ver

<http://www.ci.uc.pt/qfm/IICIE>

<http://malika.iem.cisc.es/~jorge/xviiieme.html> ou contactar

Química-Física Molecular
Universidade de Coimbra
Ap. 3149, 3001-401 Coimbra
Tel/fax. 239 826541
2cie@ci.uc.pt

REUNIÃO SOBRE DETECTORES

Decorreu em Coimbra nos dias 25 e 26 de Outubro a *RPC2001 - VI Workshop on Resistive Plate Chambers and Related Detectors*. Tratou-se de uma reunião internacional, de periodicidade bienal, na qual especialistas de detectores de radiação em fase gasosa discutiram aspectos ligados a desenvolvimentos recentes e aplicações futuras destes instrumentos, cujo principal domínio de utilização é hoje a Física de Partículas, mas que se poderá estender a áreas como a Medicina Nuclear e a imagiologia industrial. A organização do encontro esteve a cargo da Delegação de Coimbra do Laboratório de Instrumentação e Física Expe-

rimental de Partículas (LIP). A iniciativa contou com o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia e de duas das empresas nacionais que mantêm relações comerciais mais intensas com o CERN, a A. Silva Matos e o Instituto de Soldadura e Qualidade.

REUNIÃO SOBRE MAGNETISMO

Decorreu em Coimbra de 18 a 19 de Outubro o "8th Workshop sobre Magnetismo e Intermetálicos", fórum de discussão sobre temas actuais de magnetismo e compostos intermetálicos. Foi organizador José António Paixão, professor do Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

WORKSHOP SOBRE TEORIAS DA MATÉRIA CONDENSADA

Organizada pelos Centros de Física Teórica e Física Computacional da Universidade de Coimbra, vai ter lugar no Luso na primeira semana de Setembro de 2002 o *21th International Workshop on Condensed Theories*, que reúne especialistas em Física Teórica de vários países. Será a segunda vez que aquele evento tem lugar no nosso país.

HOMENAGEM AO PROF. CARVALHO SOARES

No passado dia 21 de Setembro realizou-se em Lisboa, no Complexo Interdisciplinar da Universidade de Lisboa, uma conferência intitulada *New Routes in Experimental Physics in Portugal: Ion Beam Analysis and Hyperfine Interactions*. Esta reunião foi organizada pelos colaboradores do Prof. Carvalho Soares para assinalar o seu 65º aniversário. A conferência abriu com uma comuni-

cação do Prof. Bragança Gil, que se referiu ao início da carreira científica do homenageado, a que se seguiram várias apresentações de ex-alunos de doutoramento do Prof. Carvalho Soares. A reunião, que contou com a participação de cerca de oitenta pessoas, terminou com um jantar no Museu da Água.

Lembre-se que Carvalho Soares é o actual Presidente do Instituto de Tecnologia Nuclear, laboratório de estado situado em Sacavém.

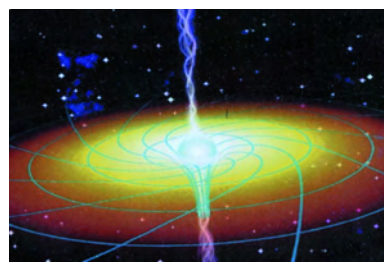


ESCOLA DE ASTROFÍSICA E GRAVITAÇÃO DO CENTRA

O Centra - Centro Multidisciplinar de Astrofísica do Instituto Superior Técnico vai realizar de 29 de Agosto a 3 de Setembro de 2002 a sua primeira escola de astrofísica e gravitação, que abordará vários tópicos dessa área e, como tópico especial, Pedro Nunes, no quinto centenário do seu nascimento. O público-alvo é formado por estudantes universitários de ciências e engenharia, professores do ensino secundário de Física e Matemática e, excepcionalmente, estudantes do 12º ano.

Para mais informações ver

<http://centra.ist.utl.pt/EscolasdeVerao/eag1>



HUMOR

MAIS DIREITOS DA DECLARAÇÃO UNIVERSAL DE DIREITOS DO FÍSICO

- Usar extensivamente notações estranhas ou inconvenientes quando a matemática convencional não funcionar.
- Inventar forças fictícias para iludir o público em geral e os estudantes de Física em particular.
- Justificar raciocínios "tremidos" com base em que os resultados obtidos são correctos.
- Escolher convenientemente as condições iniciais, usando o princípio geral da trivialidade.
- Usar apenas argumentos de plausibilidade em vez de demonstrações e, subsequentemente, invocar esses argumentos como provas irrefutáveis.
- Tomar como certo qualquer princípio que pareça correcto mas que não possa ser demonstrado.

QUESTÕES DE FÍSICA

NOVA QUESTÃO

"Ouvi dizer que na história geológica ocorreu várias vezes a inversão do campo magnético terrestre. Significou isto que o campo magnético da Terra foi nulo durante algum tempo? Que consequências teve esse facto?"

(de um aluno universitário)

QUESTÃO ANTERIOR

Relembremos a questão do número anterior de um aluno do secundário:

"Consideremos uma carrinha de caixa fechada, que transporta aves vivas. Se uma ou mais aves começarem a voar no interior da carrinha, esta fica menos pesada?"

RESPOSTA

Para responder a esta pergunta é necessário admitir que a caixa da camioneta onde os pássaros voam está fechada e de forma estanque. Se estiver aberta ou admitir uma circulação de ar considerável, creio que não há maneira de responder à pergunta, pois dependerá dessa mesma circulação de ar que se pode processar de variadíssimas formas.

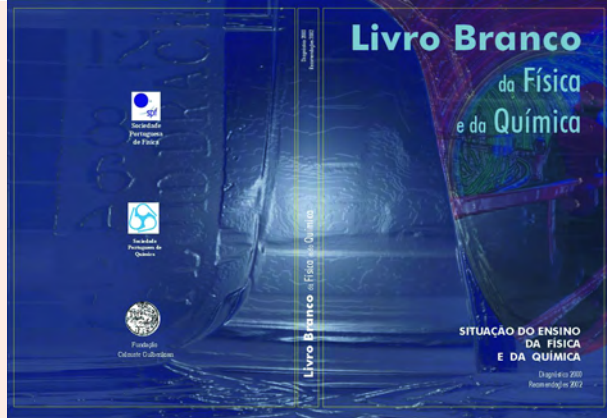
Admita-se então que a caixa é estanque. Quando os pássaros estão pousados num poleiro solidário com a caixa, é evidente que o seu peso se adiciona ao da camioneta. Quando estão a voar, não exercem peso directamente sobre a camioneta, mas agitam as asas e provocam uma circulação de ar de cima para baixo que, por reacção, os levanta. Podemos admitir que os pássaros estão a voar de forma estacionária, ou seja, que não há movimento em relação à caixa (a resultante a prazo do seu voo terá de ser estacionária, pois não têm local para onde ir). Ora a força da pressão de ar de cima para baixo tem de se exercer na base da caixa. A resultante dessa força tem de ser igual, mas de sentido contrário, à que sustenta os pássaros no ar. Resultado final: o peso da camioneta é o mesmo quer estejam os pássaros pousados quer estejam a voar!

NUNO CRATO

ncrato@iseg.utl.pt

(professor no ISEG, Lisboa, e colunista de ciência no semanário "Expresso"; mantém aí uma secção quinzenal de perguntas e respostas sobre temas de ciência)





LIVRO BRANCO DA FÍSICA E DA QUÍMICA

A propósito da publicação do "Livro Branco da Física e da Química", a Gazeta ouviu a Dra. Anabela Martins, professora na Escola Secundária D. Pedro V, em Lisboa, e coordenadora do projecto.

P- Qual foi a intenção que presidiu à elaboração deste projecto?

R- Este projecto, que surgiu com o debate sobre a revisão curricular, pretendeu identificar os problemas que os professores de Física e da Química enfrentam no ensino destas disciplinas.

Formou-se, nas Sociedades Portuguesas de Física e de Química, um grupo de professores de vários níveis de ensino para elaborar não só um diagnóstico do ensino como recomendações para o melhorar. O "Livro Branco" descreve os resultados obtidos em questionários dirigidos a 1472 professores de Física e Química, do 3º ciclo do ensino básico, do ensino secundário e do curso tecnológico de Química, pertencentes a 510 escolas de todo o país. Este livro vai ser enviado às escolas para divulgar os resultados. O estudo abordou a situação profissional dos professores, as condições de trabalho na escola e nos laboratórios, as concepções e perspectivas sobre os programas e o trabalho experimental, a avaliação dos alunos, as práticas pedagógicas e profissionais, e as necessidades de formação.

Com este trabalho, as Sociedades de Física e de Química procuraram não só caracterizar o ensino dessas disciplinas como contribuir para o melhorar. Além da avaliação num plano global, o livro pretende ser uma referência para avaliar a reorganização curricular. E é um contributo para um debate com os professores, as universidades, o Conselho Nacional da Formação Contínua, as equipas de desenvolvimento curricular, etc. As sociedades científicas devem desempenhar um papel mais activo na definição de orientações.

P - Quais são as principais conclusões do trabalho?

R- O projecto ensinou-nos que a problemática do ensino da Física e da Química é mais abrangente e complexa do que a simples análise dos resultados dos exames nacionais, da extensão dos programas, da substituição de disciplinas ou da criação de aulas de 90 minutos. O sucesso de qualquer reforma de ensino estará comprometido se não forem analisadas as causas dos insucessos anteriores e tomadas medidas para elevar os padrões de exigência e de qualidade.

Dever-se-ia reflectir sobre os critérios de reconhecimento dos cursos universitários que conferem habilitações próprias para a docência no 4º grupo A e B, pois a maioria dos docentes não tem formação académica específica para o ensino. Existem hoje cerca de 30 cursos universitários que conferem habilitação própria para o ensino da Física e Química. No entanto, entre os professores deste estudo habilitados para a docência, apenas 8% no ensino básico e 11% no secundário frequentaram cursos com formação científica predominante em Física e só cerca de 17% frequentaram cursos com uma distribuição equitativa nas áreas de Física e Química. Estes factos podem estar na origem, por um lado, da fraca adequação da formação académica às necessidades particulares do ensino, principalmente de Física, e, por outro, da maior apetência evidenciada pelos estudantes por cursos na área da Química. O estudo mostrou um desfazamento entre as acções de formação propostas e as necessidades de formação sentidas pelos docentes na sua prática lectiva, nomeadamente em Física e nas metodologias e didácticas das duas disciplinas.

As condições para o ensino da Física e da Química são consideradas muito deficientes; por vezes são mesmo inexistentes, nomeadamente condições de segurança nos laboratórios, novas tecnologias e manutenção dos equipamentos. A apreciação dos laboratórios evidencia maiores carências na área da Física e no ensino básico. O impacto do programa "Ciência Viva" e das disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Física e de Química no desenvolvimento do ensino experimental foi considerado muito positivo. Contudo, o ensino da Física e da Química é essencialmente teórico; as actividades práticas, realizadas por uma minoria de professores, pretendem verificar leis e teorias com pouca participação dos alunos. As metodologias e materiais de ensino usados nas aulas e na preparação destas são pouco variadas (manual e quadro). Os professores, embora tendo uma percepção correcta do trabalho experimental, não promovem actividades que desenvolvam as competências subjacentes. Os principais problemas sentido pelos professores a este respeito são: falta de apoio técnico no laboratório, de laboratórios e espaços afins, de equipamento e/ou materiais, e o baixo aproveitamento dos alunos face ao esforço dispendido pelos docentes.

Em suma, uma percentagem alta de professores está descontente com as suas condições de trabalho, com a gestão e organização curriculares, com a falta de dignificação profissional e de apoio científico-pedagógico, a insuficiente formação (inicial, pós-graduada e contínua) e a falta de estímulos para envolver os alunos numa aprendizagem autónoma. A política educativa promove o facilitismo, isto é, um aparente sucesso em desfavor da real aquisição de conhecimentos e competências.

Primeiras pistas de novos núcleos

Complexidade para baixos números de Reynolds

O que é a inteligência?

Produção de uma molécula de CO₂

Centenário de Fermi

Mulheres na Física

Relatório sobre cursos de Física

FÍSICA NO MUNDO

PRIMEIRAS PISTAS DE NOVOS NÚCLEOS

Foi detectado pela primeira vez um isótopo super-pesado de hidrogénio que contém quatro neutrões e um protão no seu núcleo. Desde há cerca de quarenta anos que os físicos têm tentado criar o hidrogénio 5 – um isótopo do hidrogénio que se pensa existir no interior das estrelas. Uma colaboração internacional identificou esse isótopo altamente instável no detector RIKEN, no Japão (A. Korshennikov *et al.*, *Physical Review Letters*, 27/Agosto/2001).

Entretanto, físicos do Laboratório Nacional de Brookhaven, nos EUA, criaram um número significativo de núcleos contendo dois quarks estranhos. Pensa-se que matéria nuclear desse tipo abunde em estrelas de neutrões (Ahn *et al.*, *Physical Review Letters*, 24/Setembro/2001).

COMPLEXIDADE PARA BAIXOS NÚMEROS DE REYNOLDS

Padrões de fluxo surpreendentes e intrincados podem desenvolver-se em determinadas condições no interior de micro-canais, segundo defendem Todd Thorsen, Stephen Quake e colaboradores, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), EUA. Geralmente, os líquidos fluem suavemente quando têm números de Reynolds baixos – este número é um parâmetro que leva em conta a densidade do fluido, a viscosidade, a velocidade, bem como as dimensões da conduta. Em canais com a largura de alguns microns, o tamanho das condutas con-

Algumas destas notícias foram adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics.

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do grande mundo da Física.

gazeta@teor.fis.uc.pt

O QUE É A INTELIGÊNCIA?

Esta parece ser uma questão mais para psicólogos do que para físicos. Mas dois físicos (Joseph Wakeling, agora na Universidade de Fribourg, na Suíça, e Per Bak, do Imperial College, de Londres) defendem que a inteligência não é um conceito abstracto mas sim um fenómeno físico. Qualquer definição de inteligência, dizem eles, não pode ignorar o ambiente de um ser vivo, incluindo o seu próprio corpo. Nesta visão, um organismo é apenas inteligente na medida em que resolve os problemas que o seu ambiente lhe coloca. Ela é contrária a muitas ideias históricas, incluindo o conceito de que a mente é separada do corpo ou que é possível construir um computador que pensa como um ser humano sem ter o mesmo ambiente físico ou sem ter o mesmo corpo.

Para explorar a sua ideia de inteligência, aqueles físicos correram simulações computacionais de redes neuronais artificiais a que chamaram "mini-cérebros". Nessas simulações, 251 mini-cérebros tentaram escolher a menos popular de duas escolhas, 0 ou 1, tal como 251 motoristas que tentam escolher a estrada menos congestionada. Este "Jogo das Minorias" foi repetido várias vezes. Cada mini-cérebro consiste de três camadas de "neurónios": um nível de "input", que indica quantas rondas passadas a memória se pode lembrar, um nível intermédio e, finalmente, um nível de "output", que determina a escolha. Quando o mini-

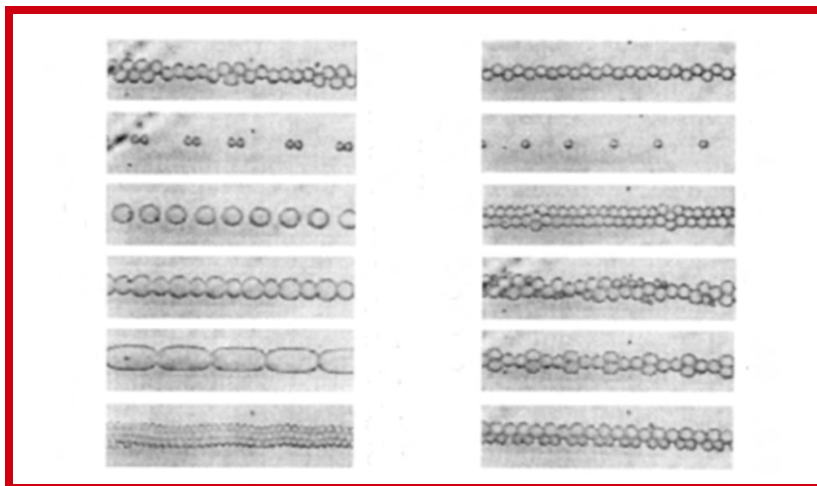
-cérebro faz uma escolha incorrecta, é reduzida a intensidade das conexões entre os neurónios que davam a resposta errada. Os investigadores ficaram surpreendidos quando dotaram todos os mini-cérebros de iguais aptidões, o que é análogo a um grupo de motoristas com idênticas capacidades de decisão. Nesta situação, nenhum mini-cérebro adivinhou correctamente a escolha minoritária com uma taxa de sucesso de pelo menos 50%, que era a que seria obtida se se lançasse uma moeda não ar. Mesmo a bactéria *E. coli*, que procura glucose efectuando movimentos em direcções aleatórias no seu ambiente, é bastante mais inteligente do que isso. Só quando os físicos introduziram um mini-cérebro com mais neurónios intermédios para analisar as escolhas anteriores foi obtida uma taxa de sucesso superior a 50%. Estas simulações sugerem que a inteligência depende por vezes do modo como se processam os dados recolhidos num certo ambiente físico.

(J. Wakeling e P. Bak, *Physical Review E* 64, Novembro/2001)

duz a números de Reynolds baixos e, portanto, correntes lineares e sem turbulência. Os referidos investigadores descobriram, contudo, que, na junção entre um microcanal repleto de água e um outro cheio de uma mistura de óleo, as interacções na fronteira entre os dois fluidos originam um fluxo não linear e sequências complexas e góticas de água. Variando as pressões relativas dos fluidos, os investigadores conseguiram criar elegantes sequências de gotas de água, que podem ir de simples cordões até estruturas em forme de hélice e de fita (ver figura).

A descoberta pode conduzir a novos instrumentos de visualização para controlar o fluxo de substâncias bioquímicas. Mais ainda, a inesperada complexidade do comportamento dos fluidos a baixos números de Reynolds estimulará certamente novas descobertas na mecânica dos fluidos, gerando avanços na teoria dos líquidos confinados a estruturas à escala do micron.

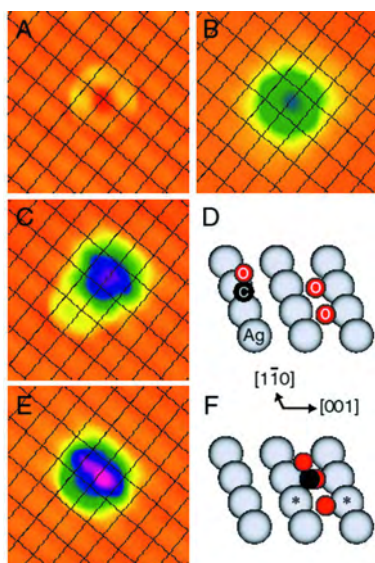
(T. Thorsen *et al.*, *Physical Review Letters*, 30 /Abril /2001).



PRODUÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE CO₂

Foi produzida no laboratório uma única molécula de CO₂ usando uma reacção química específica. Não, não se trata de aplicar o Tratado de Quioto a uma nano-escala, mas sim de fornecer pormenores químicos fundamentais sobre a formação de CO₂, o que pode originar progressos no controlo de emissões por automóveis, purificação do ar e monitorização química. Usando um microscópio de efeito túnel (STM) como "nanoreactor," Wilson Ho, da Universidade da Califórnia-Irvine, nos EUA, e a sua equipa estudaram a oxidação de uma única molécula de monóxido de carbono (CO) sobre uma superfície metálica. Nesta reacção de "oxidação catalítica", o CO combina-se com o oxigénio (O) na superfície para formar CO₂. Colocando CO perto de dois átomos de oxigénio

numa superfície de prata, os físicos descobriram que as espécies CO and O têm de estar mesmo muito próximas para reagir. Quando o CO está à distância mais próxima possível de um átomo de oxigénio na superfície, a 1,78 angstroms, os investigadores viram os reagentes formar um complexo intermédio O-CO-O, que nunca tinha sido observado (ver imagem tirada de www.aip.org/mgr/png). Então, por efeito túnel, os electrões da ponta do STM fluem através das espécies CO e O para levar o complexo O-CO-O a um estado de energia mais alta e transformá-lo numa molécula de CO₂ e num átomo de oxigénio isolado. (Numa situação real, seria o calor em vez dos electrões a provocar esta transformação) Em experiências separadas, em que investigavam outro percurso da mesma reacção química, os físicos colocaram uma molécula de CO na ponta do STM, e aproximaram-na de um átomo de O na superfície de prata. Neste caso, o CO e o O perderam as respectivas ligações à ponta do STM e à superfície de prata. Acabaram por ficar na superfície e interagir para formar CO₂. Ao demonstrar este facto, Ho e os seus colaboradores mostraram que o CO e o O não têm que estar inicialmente na superfície para formar CO₂: o CO pode vir de cima.



Os investigadores excluíram também a ideia de que o CO reage com oxigénio molecular (O₂) na superfície para for-

mar CO₂: ele só reage com oxigénio atómico.

(J.P. Hahn e Wo, Physical Review Letters, 15/Outubro/2001).

CENTENÁRIO DE FERMI



"The Italian Navigator has landed" foi a mensagem codificada no tempo da Guerra que anunciou a primeira operação de um reactor nuclear, em 2 de Dezembro de 1942. A expressão refere-se à exploração por Cristóvão Colombo da América, um continente desconhecido dos europeus, mas também se poderia aplicar à exploração de um outro "continente desconhecido", o núcleo atómico. Esta exploração foi exemplificada no trabalho de Enrico Fermi, o físico que dirigiu a construção do primeiro reactor nuclear. Em 29 de Setembro de 2001 ocorreu o centenário do nascimento de Enrico Fermi e tiveram lugar celebrações em várias instituições, como o Fermilab, em Chicago, nos Estados Unidos, a Universidade de Chicago e a Universidade de Pisa, em Itália.

O "site" <http://www.ust.gov/accomplishments/fermi.html> sumaria algumas das realizações do grande teórico e experimentalista italiano. Muitos objectos do mundo da Física têm o nome de Fermi: um elemento (com o número atómico 100), um laboratório nacional americano (o Fermilab), um prémio presidencial americano, um insti-

tuto na Universidade de Chicago, uma unidade de distância (1 fermi = 10⁻¹⁵ m) e um tipo de partículas (os fermiões), um nível de energia (em Física da Matéria Condensada), uma constante, uma temperatura, um gás, etc.

MULHERES NA FÍSICA

Vai ter lugar em Paris de 7 a 9 de Março de 2002 "IUPAP International Conference on Women in Physics". Para mais informações consultar <http://www.if.ufigs.br/%7Ebarbosa/conference.html>.

RELATÓRIO SOBRE CURSOS DE FÍSICA

Com o título "Physics: building a flourishing future", o Institute of Physics britânico publicou o "Report of the Inquiry into Undergraduate Physics" onde se analisa a situação actual dos cursos de licenciatura em Física e se fazem recomendações para o futuro. Trata-se de um documento muito interessante até porque alguns dos problemas dos cursos de Física, incluindo a presente redução na procura, são comuns em todo o mundo.

Para mais informações e para fazer "download" de uma cópia do relatório, ver <http://physics.iop.org/policy/UPI.html>



Concurso
o MUITO GRANDE
e o muito pequeno

integrado na exposição

POTÊNCIAS de DEZ
o mundo às várias escalas



INFORMAÇÕES - telef.: 21 782 35 36 fax: 21 782 30 19 e-mail: potencias10@gulbenkian.pt

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN
Serviço de Ciência



Prémios de Física e Matemática

Divisões técnicas

Relatório sobre Física Médica

Conferência Nacional de Física 2002

Artigo da Gazeta em revista italiana

Delegação Regional do Centro

- Palestras
- Brincar com a água
- Experimenta em Leiria

NOTÍCIAS DA SPF

PRÉMIOS DE FÍSICA E MATEMÁTICA

Realizam-se pelo segundo ano consecutivo os concursos para os melhores alunos do 12º ano de Física e Matemática (edição 2001/2002), contemplados com os prémios Mário Silva (Física) e Bento de Jesus Caraça (Matemática).

Promovida pela jornal "Público", editora Gradiva, Sociedade Portuguesa de Física (SPF) e Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM), esta iniciativa tem o patrocínio da BP, que atribuirá um prémio no valor de 2500 euros (501 205\$00) à escola secundária dos alunos premiados. Os prémios propriamente ditos são no valor de 3000 euros cada um (601 446\$00) e destinam-se a contemplar o melhor trabalho individual de Física e Matemática elaborado por alunos que tenham obtido pelo menos 18 valores na prova nacional de cada uma daquelas duas disciplinas, no ano lectivo de 2001/2002. A atribuição dos dois prémios é da responsabilidade da SPF e da SPM, respectivamente.

Para estimular a publicitação da iniciativa nas escolas, os organizadores enviaram este ano uma circular aos professores que leccionam as duas disciplinas em todo o país, pedindo-lhes que encorajem e estimulem a candidatura dos seus alunos susceptíveis de reunir as condições de participação. Além desta promoção, será divulgado um anúncio dos prémios nas publicações da SPF e SPM, além do jornal "Público".

Para conhecer o regulamento integral dos prémios consultar www.spf.pt; www.spm.pt; e www.publico.pt.

C.P.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA 2002

Realizar-se-á em Évora de 4 a 8 de Setembro de 2002 a próxima Conferência Nacional de Física, Física 2002, e o 12º Encontro Ibérico para o Ensino da Física. Será presidente da Comissão Organizadora o Dr. Paulo Crawford, Presidente da Delegação Regional do Sul e Ilhas da SPF.

DIVISÕES TÉCNICAS

Foram nomeados pela Direcção da SPF os seguintes coordenadores das Divisões Técnicas da Sociedade:

- Física Atómica e Molecular, José Paulo Santos, da Universidade Nova de Lisboa
 - Física Nuclear e das Partículas, José Carvalho Soares, ITN
 - Geofísica e Astrofísica, Jorge Miguel Miranda, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
 - Física Médica, João José Pedroso de Lima.
- Outras Divisões em breve conhecerão os respectivos responsáveis.

RELATÓRIO SOBRE FÍSICA MÉDICA

O Dr. José Dias Urbano, Presidente da SPF, e a Drª. Maria do Carmo Lopes foram recebidos pelo Ministro da Ciência e Tecnologia, a quem informaram sobre a realização de um estudo sobre a situação da Física Médica em Portugal. Esse estudo foi entretanto terminado devendo as respectivas conclusões ser em breve divulgadas.



ARTIGO DA GAZETA EM REVISTA ITALIANA

O artigo "A Lei de Conservação da Energia: aplicação ao rolamento com ou sem deslizamento", de Célia de Sousa e Elisa Prata Pina, publicado pela Gazeta de Física vol. 22, fasc. 2 (1999), ps. 10-15, foi traduzido para italiano e publicado na revista italiana "La Fisica nella Scuola", número 4 (2000), ps. 184-190.

DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO

Palestras

A lista das palestras para alunos e acções de formação para professores promovidas pela Delegação Centro da SPF para o ano lectivo 2001/2002 pode ser consultada em <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/ListaAccoesCursos2002.html>

No Departamento de Física da Universidade de Aveiro prossegue a habitual série de palestras na primeira quinta feira de cada mês, pelas 17 h. As próximas são as seguintes:

— Em 7 de Fevereiro, a Dra. Isabel Malaquias, da Universidade de Aveiro, falará sobre "Lembrar António Gedeão e Rómulo de Carvalho".

— Em 7 de Março, João Corte Real, da Universidade de Évora, falará sobre "Física das Alterações Climáticas: que esperar para Portugal no século XXI?"

— Em 4 de Abril, Maria do Carmo Baptista e Mónica Cameirão, da Universidade de Aveiro, falarão sobre "Física em Medicina: Um passeio por Imagiologia e Fisiatria".

Para informações actualizadas ver <http://www.fis.ua.pt/palestras/indexpalestras.htm>

Brincar com a água

Realizou-se no dia 17 de Outubro, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, uma sessão de apresentação do projecto "Ciência Viva" "Brincar com água, brincar com ciência". Estiveram presentes 45 professores do 1º ciclo do ensino básico e do ensino pré-primário, que receberam "kits" que lhes permitem a realização de várias experiências elementares nas suas escolas.

Experimenta em Leiria

Na Semana Nacional da Cultura Científica, em Novembro passado, foi apresentado ao público o projecto de arquitectura da exposição "Experimenta. Ciência para Todos" que a Câmara Municipal de Leiria está a organizar na Escola Domingos Sequeira daquela cidade, com o apoio da Sociedade Portuguesa de Física. Em breve vai ser aberto concurso para a execução da obra.



A Secção "OLIMPÍADAS DE FÍSICA" é dirigida por
Manuel Fiolhais,
José António Paixão
e Fernando Nogueira
Departamento de Física da Universidade de Coimbra,
3004-516 Coimbra
olim@teor.fis.uc.pt

OLIMPÍADAS DE FÍSICA

OLIMPÍADAS IBEROAMERICANAS DE FÍSICA (OIBF)

A VI OIBF decorreu em La Paz e Sorata, Bolívia, de 20 a 27 de Outubro de 2001, numa organização da Sociedade Boliviana de Física.

A OIBF é uma competição aberta aos países do espaço ibero-americano. Para além de Portugal participaram Espanha, Brasil, Venezuela, Uruguai, México, Colómbia, Bolívia, Chile (observador), Cuba, El Salvador, Guatemala, Paraguai, Panamá, Guatemala e Costa Rica (existem 22 países ibero-americanos). Com a OIBF promove-se a Física entre os jovens de países de língua castelhana e portuguesa da América Latina e da Península Ibérica, e promove-se também a cooperação entre estes países no domínio da divulgação e do ensino da Física.

Na OIBF não podem participar alunos com mais de 19 anos ou que tenham estado presentes na IphO (Olimpíadas Internacionais de Física). O grau de exigência das provas é inferior ao da IPhO mas superior ao do nosso 12º ano. O vencedor absoluto da VI OIBF foi um estudante espanhol. Pouco mais de metade dos alunos participantes (meia centena) obtiveram prémios (medalhas ou menções honrosas). Foi o caso dos estudantes portugueses Paulo Rosa, de Alcobaça, e Tiago Rodrigues, da Amadora, que obtiveram medalhas de prata (classificação na prova entre 78% e 90%), Helder Gomes, do Funchal, com medalha de bronze (classificação entre 65% e 78%) e Artur Costa, da Maia, com menção honrosa (classificação entre 50% e 65%).

Para além das actividades de índole académica realizaram-se outras, como visitas à região de Sorata.

OLIMPIADAS DE FÍSICA 2001-2002

Iniciaram-se as actividades relativas às Olimpíadas de Física para o presente ano lectivo. Todas as escolas básicas com 3º ciclo e secundárias foram já contactadas pela SPF e convidadas a participar. O cartaz das Olimpíadas é da autoria do Arqº. José Carlos Cantante.

As principais actividades a desenvolver da responsabilidade directa da SPF são:

- Fase regional das Olimpíadas, que decorrerá em simultâneo em Lisboa, Porto e Coimbra, com organização das delegações regionais, no dia 11 de Maio de 2002.
- Fase nacional, que decorrerá em 21 e 22 de Junho de 2002 em Lisboa.
- Preparação dos alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais de Física (IPhO'2002) e para as Olimpíadas Iberoamericanas de Física (OIbF'2002). A prova final de apuramento realizar-se-á até ao dia 31 de Maio de 2002.
- Participação de cinco estudantes na XXXIII IPhO, que decorrerá na Indonésia, na última semana de Julho de 2002.
- Participação de quatro estudantes na VII OIbF que decorrerá na última semana de Setembro de 2002 na Guatemala.

Os alunos mais bem classificados nas Olimpíadas Nacionais de 2002 ficarão pré-seleccionados para participar na IPhO'2003, que se realizará em Taiwan, e na OIbF'2003, que decorrerá em Cuba.

Para levar todas estas actividades relativas às Olimpíadas de Física, a SPF conta com o apoio do Ministério da Ciência e da

Tecnologia, através do "Ciência Viva" - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, e do Ministério da Educação, através do Instituto de Inovação Educacional.



No último dia, já em La Paz, a delegação portuguesa visitou o Laboratório de Raios Cósmicos de Chacaltaya, situado a 5300 m de altitude.

Em La Paz, o júri internacional aprovou os novos estatutos das OIbF. A organização passará a contar com um secretariado permanente, composto por um presidente e dois vogais eleitos pelo júri, a que se juntam mais dois vogais que são os presidentes da última e da próxima OIbF. O secretariado, cujos membros permanentes foram eleitos pelo período de 4 anos, ficou assim constituído:

Presidente: Alberto Carrión, Espanha

Vogal: Carlos Sifredo, Cuba

Vogal: Manuel Fiolhais, Portugal

Vogal: Eduardo Palenque, Bolívia (organizador 2001)

Vogal: Marcelo Ixquiac, Guatemala (organizador 2002)

A VII Olimpíada Ibero-americana de Física terá lugar na Guatemala em Setembro de 2002. Em La Paz a delegação de Cuba apresentou as credenciais da Sociedade Cubana de Física e do Ministério da Educação da República de Cuba, confirmando a organização da OIbF de 2003.



A equipa olímpica portuguesa na VI OIbF

LIVROS NOVOS

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

"Como Actuam as Drogas", Susan Aldridge, Replicação, 2001.

"2+2=11", Natália Bebiano da Providência, Gradiva, 2001.

"E = mc². A Biografia da Equação mais Famosa do Mundo", David Bodanis, Gradiva, 2001.

"A Biologia através dos Números", Richard F. Burton, Replicação, 2001.

"O Que é o Virtual?", Pierre Lévy, Quarteto, 2001.

"Por que Acreditam as Pessoas em Coisas Estranhas", Michael Shermer, Replicação, 2001.

"Uma Volta Bem Dada. Uma História Natural da Chave de Parafusos e do Parafuso", Witold Rybczynski, Gradiva, 2001.

"A Universidade no seu Labirinto", João Vasconcelos e Costa, Caminho, 2001.

"Novo Conhecimento. Nova Aprendizagem", Vários, Fundação Gulbenkian, 2001.

Agradece-se aos editores o envio à "Gazeta de Física" de livros nesta área a fim de serem divulgados, incluindo nalguns casos recensões críticas.

FOTOBIOGRAFIA DE MÁRIO SILVA



"Mário Augusto da Silva. Uma Fotobiografia", Paulo Renato Trincão e Nuno Gomes Ribeiro (coordenação), Instituto História da Ciência e Tecnologia - Museu Nacional da Ciência e da Técnica, 2001.

Foi lançada em Novembro passado, durante a Semana Nacional da Cultura Científica, uma fotobiografia ricamente ilustrada de Mário Silva, o professor de Coimbra que foi aluno de doutoramento de Marie Curie e que foi compulsivamente afastado por Salazar. O livro, que assinala os 100 anos do nascimento do físico, reúne um manancial enorme de documentos e uma cronologia de Mário Silva, que permite traçar todo o percurso da sua vida. Recorde-se que o Museu Nacional da Ciência e da Técnica foi uma criação de Mário Silva, pelo que é de inteira justiça que, à semelhança do que o Departamento de Física da Universidade de Coimbra já fez, o renovado Museu preste homenagem ao seu fundador. Fá-lo com a publicação da fotobiografia e com uma exposição na sede do Museu, a Casa Sacadura Botte, na Alta de Coimbra. Parabéns ao Museu e, em particular, ao seu director, Paulo Trincão, por esta iniciativa, que denota o dinamismo da instituição.

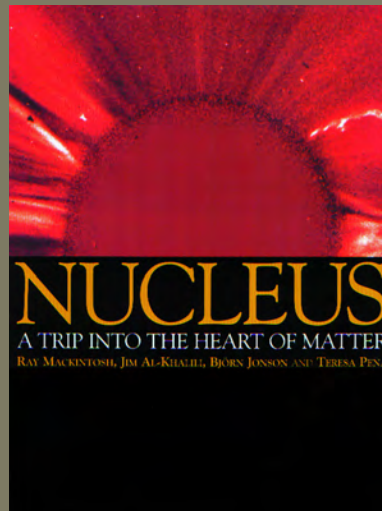
O cuidado posto na escolha e reprodução do material iconográfico assim como o design que presidiu à sua organização contrastam, porém, com alguma pobreza de conteúdo e com alguma falta de cuidado no texto. A figura de Mário Silva mereceria um ensaio biográfico geral, que introduzisse a cronologia e o conjunto de fotos e proporcionasse o respectivo enquadramento na história da ciência nacional e internaconal. A produção ou encomenda de ensaios desse tipo devia ser uma das missões do Instituto Nacional de História da Ciência que, na nova orgânica, está associado ao museu. Por outro lado, há demasiadas inexactidões, nomeadamente na síntese cronológica geral (por vezes, são gralhas tipográficas que uma revisão atenta do texto teria permitido superar, mas outras vezes são simplesmente faltas de rigor no estudo ou na escrita). Vários exemplos podiam ser dados, mas chegarão os seguintes que foram retirados da síntese dos acontecimentos do século XX (copiada à pressa de um sítio não referenciado, e que não exhibe rigor na selecção dos eventos nem os relaciona com a biografia de Mário Silva):

- o modelo atómico de "plum-pudding" de J. J. Thomson é chamado "pum-pudding"; Max von Laue é chamado Max von Lue; o elemento berílio é designado por "birilio"; a fissão espontânea passa a "expontânea"; o químico alemão Manfred Eigen é chamado "Manfred Eigerr", o físico francês Louis Néel é chamado "Lonis Néel", etc., etc.; - é dito que J. Archibald Wheeler introduziu o termo buraco negro em 1911. Ora esse é precisamente o ano em que o físico americano nasceu! É dito que em 1942 Stephen Hawking se tornou um dos líderes na "pesquisa e estudo" (sic) de buracos negros; mas esse foi o ano de nascimento do astrofísico britânico!

Eis pois como uma óptima e oportuna iniciativa pode ficar manchada pela falta de supervisão e revisão científicas. Tal dificilmente pode ser desculpada numa publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia.

CARLOS FIOLEHAIS
tcarlos@teor.fis.uc.pt

VIAGEM AO NÚCLEO ATÓMICO



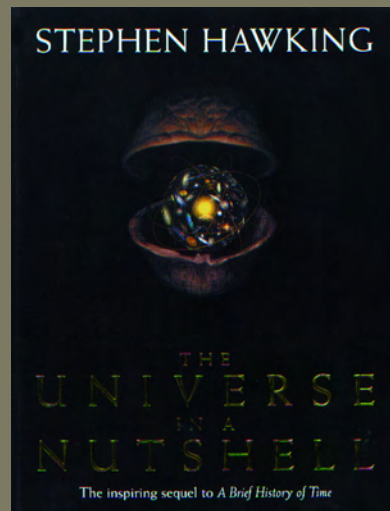
"Nucleus. A Trip into the Heart of Matter", Ray Mackintosh, Jim Al-Khalili, Bjorn Jonson e Teresa Peña, com prefácio de Ben Mottelson, Canopus Publishing Company, 2001.

A Física Nuclear, por várias razões, tem conhecido nos últimos anos a nível mundial um certo declínio nos financiamentos públicos, nos focos dos media e na atracção que desperta nos jovens. Trata-se de uma situação injusta pois é não só um domínio de investigação muito activa em várias frentes como também uma área cuja contribuição para a sociedade, que tem sido notável, prossegue sem o fim à vista.

"Nucleus. A Trip into the Heart of Matter" ("Núcleo. Uma Viagem ao Interior da Matéria") é um livro belíssimo sobre a Física Nuclear, que bem pode servir para divulgar a Física Nuclear e melhorar a sua imagem pública. Repleto de imagens espectaculares e escrito em linguagem muito atraente e acessível, parte da questão do tamanho das coisas, conta sumariamente a história desse ramo da Física, apresenta um panorama das principais aplicações (energia, medicina, etc.) e termina com as sempre cativantes questões de astrofísica.

C. F.

O UNIVERSO DE HAWKING



"The Universe in a Nutshell", Stephen Hawking, Bantam Press, 2001.

Em 1998 fez furor o livro "Uma Breve História do Tempo", de Stephen Hawking. Em 2001, Hawking "ataca de novo" com "The Universe in a Nutshell" ("O Universo numa Casca de Noz"), livro de magnífica apresentação, cuja edição em Portugal pela Gradiva se aguarda ansiosamente.

Será difícil ultrapassar o êxito estrondoso do primeiro livro que se deverá em parte não só ao brilho como físico mas também à deficiência física do autor e à sua tremenda popularidade mediática (apareceu num filme do "Star Trek" a jogar "poker" com uma personagem que fazia de Einstein e também como convidado nos "Simpsons"). Mas Hawking tentou: na introdução, declara que pretendeu fazer deste um livro mais fácil que o anterior, admitindo que muitos leitores não tenham completado a leitura deste último. O livro é um bonito objecto - o que em língua inglesa se designa por "coffee table book" - que convida à leitura. Resta desejar que, desta vez, ainda que menos gente inicie a leitura, mais gente a termine...

C. F.

UM BURACO NO CALENDÁRIO



"Tibaldo e o Buraco no Calendário",
Abner Shimony,
Editora Replicação, Lisboa, 2001.

Estamos tão habituados a considerar o tempo como contínuo (semelhante a um rio que corre sempre, sem nunca se interromper) que a noção de buraco no tempo nos aparece como algo estranha. Mas houve, de facto, um "buraco no tempo" no século XVI. Bem, o tempo não se interrompeu, tendo parado de fluir (com as pessoas, por exemplo, a deixar de envelhecer). O que aconteceu foi um pouco mais prosaico, mas, apesar de tudo, muito raro: o calendário foi ajustado, tendo-lhe sido retirados dez dias, a saber de 5 a 14 de Outubro de 1582. Estes dias simplesmente não existiram, pelo que ao dia 4 de Outubro de 1582 sucedeu o dia 15 de Outubro do mesmo ano. Uma vez que a mudança foi determinada por uma bula papal, ela aconteceu por toda a Europa católica, a Europa sob a influência do papa, e, portanto, também em Portugal. Deve ter sido mais confuso para muita gente do que vai ser na Europa a entrada em vigor da moeda única...

Por que carga de água houve que mudar o calendário? O calendário em vigor na

altura datava do tempo do imperador romano Júlio César e estava manifestamente em desacordo com as observações astronómicas. É o céu que rege a marcação do nosso tempo na Terra. Ao olharmos os astros mais à nossa volta, verificamos regularidades segundo as quais construímos o calendário. Assim, o ano tem por origem o tempo que a Terra demora a dar uma volta completa em torno do Sol. O mês é aproximadamente o tempo que a Lua dar uma volta completa em torno da Terra. Uma semana é aproximadamente o tempo que demora cada fase da Lua (quarto crescente, lua cheia, quarto minguante e lua nova). Um dia é o tempo que a Terra demora a dar uma volta completa em torno do seu eixo. Se, por acaso, vivéssemos à volta de uma outra estrela e tivéssemos um outro satélite natural, as nossas unidades de tempo seriam naturalmente diferentes.

Ora acontece que o ano não contém exactamente 365 dias, isto é, o tempo de translação da Terra não é um múltiplo inteiro do seu tempo de rotação. É por isso que possuímos anos bissextos, com um dia a mais no final de Fevereiro de quatro em quatro anos. Mas mesmo esse truque não chega para resolver o problema, pelo que alguns anos que deviam ser bissextos não o são, fazendo-se assim um outro pequeno ajuste do calendário à astronomia. Este sistema dos anos bissextos não estava adoptado pelo calendário juliano (o calendário do imperador Júlio César), pelo que a certa altura houve mesmo que alterar o calendário. O papa Gregório VI nomeou uma comissão de peritos para o aconselhar na mudança. Reunido o consenso dos especialistas, foi finalmente redigida a bula que "eclipsou" alguns dias do mês de Outubro. Escolheu-se Outubro, porque haveria nessa altura menos festividades religiosas: seria, por exemplo, um desconsolo para os crentes subtrair dias associados aos santos mais importantes.

A história, em forma de ficção-verdade (um romance histórico, com laivos de verdade), encontra-se muito bem contada num livro recente escrito por um físico teórico, Abner Shimony, que é profes-

sor emérito da Universidade de Boston e que se tem interessado por questões de história e filosofia da ciência. Na ficção, o herói é um rapazinho, Tibaldo de seu nome, que faria doze anos precisamente a 10 de Outubro de 1852. Calcule-se a inquietação do rapaz quando soube que não ia poder fazer anos, que não ia ter direito a festa de aniversário e a bolo de anos. Inteligente e aplicado na escola, Tibaldo logo engendrou uma maneira de resolver a questão. Sabendo que o papa Gregório ia visitar a sua escola e que ia haver uma apresentação feita pelos alunos a sua santidade, empenhou-se de modo a que o papa reparasse nele. E os dois chegaram mesmo à fala. Bem... não vale a pena contar aqui o resto da história, pois o leitor interessado pode sempre consultar o livro que saiu há pouco na editora Replicação.

Shimony num prefácio especial para a edição portuguesa, intitulado "Lembranças de Portugal", relata a visita da sua família a Portugal onde conheceu o tradutor João Leão e o físico João Andrade e Silva, da Universidade de Lisboa. O livro não o diz, mas há uma ligação portuguesa na história da mudança do calendário juliano para o calendário gregoriano. Acontece que um dos sábios mais importantes que integrou a douta comissão que estabeleceu a mudança de calendário foi o alemão Cristóvão Clavius, um padre jesuíta natural da Baviera (como um verdadeiro bávaro, era uma figura avantajada!) e que estudou na Universidade de Coimbra antes de ir servir o papa em Roma. Nessa altura e como se vê, a universidade coimbrã já desfrutava de uma reputação europeia, pois até conseguia atrair alunos alemães. Recorde-se que estamos em pleno século XVI, na época em que Pedro Nunes foi professor em Coimbra (Pedro Nunes nasceu em 1502, vai fazer em 2002 quinhentos exactos anos, e morreu em 1578, no mesmo ano em que a independência portuguesa era perdida nas areias de Alcácer Quibir, devido a uma ideia tresloucada do jovem D. Sebastião). Clavius faz hoje parte dos livros de história da ciência (consta que foi ele o introdutor da notação decimal, isto é, a vírgula a inter-

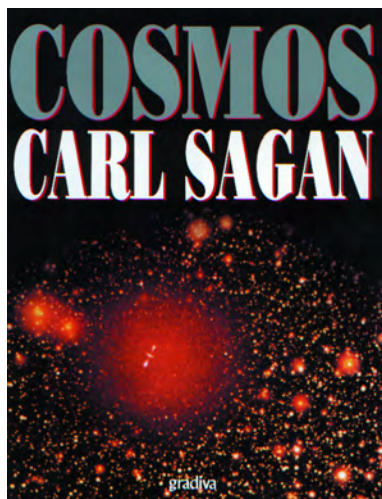
calar algarismos, numa tabela de senos que preparou). O papel dele só não é maior na história da ciência porque, colocado entre Copérnico e Galileu, continuou a professar as ideias geocêntricas de Ptolomeu, contrariando, tal como a igreja oficial, as ideias novas de Copérnico, alicerçadas entretanto pelas observações de Galileu.

O calendário gregoriano, preparado por Clavius e aprovado por Gregório, é hoje praticamente universal. Demorou algum tempo a ser aceite. Se o papa tivesse decretado a reforma do calendário alguns anos antes, o alcance da mudança teria sido no imediato muito maior. Mas, entretanto, tinha havido a reforma da igreja (note-se, de passagem, que Lutero tratou tão mal Copérnico quanto a igreja romana!). Assim, só em 1752 a Inglaterra e as suas colónias na América do Norte aceitaram o novo calendário (o buraco inglês teve de ser de onze dias e não de dez, porque o tempo tinha avançado). A Alemanha protestante fez o mesmo de forma completa só em 1755, o ano do terramoto em Lisboa. O Japão em 1873. A Rússia em 1917, na altura da sua revolução. Finalmente, a China só aceitou o calendário gregoriano em 1949, com Mao Tse Tung. O calendário só não é universal porque a Igreja Ortodoxa Oriental tem votado repetidamente a rejeição do calendário gregoriano, conservando o anterior.

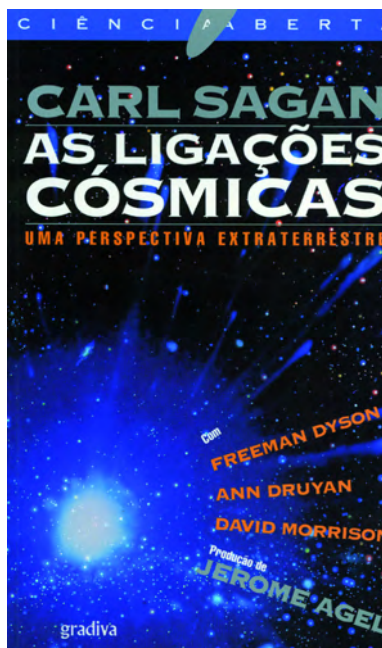
O calendário gregoriano manteve-se e alargou-se mas será eterno? Esta é uma pergunta a que só o tempo poderá responder...

C. F.

O COSMOS DE SAGAN



"Cosmos",
Carl Sagan,
versão original (ilustrada), Gradiva, 2001.



"As Ligações Cósmicas. Uma Perspectiva Extraterrestre",
Carl Sagan,
versão original (ilustrada), Gradiva, 2001.

Carl Sagan está de volta com reedições em português de dois dos seus livros mais importantes: "Cosmos" e "As Ligações Cósmicas: Uma Perspectiva Extra-

terrestre". São duas obras saídas antes do Natal – a época das prendas – na editora Gradiva, de quem Carl Sagan é um autor símbolo. Parabéns ao editor da Gradiva, Guilherme Valente, o qual, se outros motivos não houvesse (e há!), ficará na história editorial portuguesa como o homem que publicou Sagan na nossa língua.

Levado por um cancro, Sagan já não está infelizmente entre nós. Mas continua connosco através dos livros e dos filmes que nos deixou. Um livro é sempre a voz de um autor que perdura. Sagan afirmou de forma sublime em "Cosmos":

Um livro é feito de uma árvore. É um conjunto de partes lisas e flexíveis (que ainda se chamam folhas) impressas em caracteres de pigmentação escura. Dá-se uma vista de olhos e ouve-se a voz de uma outra pessoa – talvez alguém que já tenha morrido há milhares de anos. Através dos milénios, o autor está a falar, com clareza e em silêncio, dentro da nossa cabeça, directamente para nós. (...) Os livros quebram as cadeias do tempo, provam que os seres humanos são capazes de exercer magia (do capítulo XI, "A persistência da memória").

Pois é de pura magia que se trata quando o astrofísico norte-americano nos apresenta o Cosmos, desde a Terra que pisamos até aos "biliões e biliões" de estrelas a muitos anos-luz de nós. É essa distância enorme entre a Terra e o céu que Sagan tenta encurtar, comunicando-nos que somos filhos das estrelas (*Devemos a nossa obrigação de sobreviver não só a nós próprios, mas ao Cosmos, vasto e antigo, de onde despontámos*, nas palavras finais do livro) e que somos a maneira que as estrelas "inventaram" para se compreenderem a si mesmas (*Somos a encarnação local de um Cosmos que toma consciência de si próprio*).

A Terra é decerto um pequeno ponto mas nele, devido à inteligência humana, pode tocar-se o infinito. Sagan ensaiou dar-nos uma "perspectiva extraterrestre" da Terra e do homem através de experiências efectuadas por sondas da NASA no espaço. Assim, para melhor realçar a

insignificância no Cosmos do planeta Terra, conseguiu que uma câmara da sonda Voyager, na periferia do sistema solar, fosse orientada para a Terra. Vistos de longe, não passamos, de facto, de um minúsculo "ponto azul claro". Um ponto na imensa vastidão do universo... E, para melhor revelar a quase inexpressão cósmica da acção humana na Terra, conseguiu que as câmaras da sonda Galileo, a caminho de Júpiter, fossem apontadas para a Terra procurando vida inteligente. Só foram encontrados modestos vestígios... Estas duas observações foram divulgadas "urbi et orbi" pela comunicação social. Por exemplo, o título "Descoberta vida inteligente na Terra" fez furor.

Como poucos cientistas, Sagan conseguiu fazer chegar a ciência ao público. Foi um astrofísico eminente, com cerca de 500 publicações em revistas científicas (incluindo 37 na "Science" e 30 na "Nature", as duas revistas de maior prestígio e onde é mais difícil publicar). Foi director científico no programa de várias décadas da NASA dedicado à exploração do sistema solar. Mas, ao mesmo tempo, conseguiu alcançar "bilhões e bilhões" de leitores através da revista "Parade", um suplemento dominical incluído em muitos jornais norte-americanos. Entrou por nossas casas dentro através da televisão. Ocupou as nossas bibliotecas com os seus livros, incluindo todos aqueles que a Gradiva publicou em português. Escreveu um romance de ficção científica, "Contacto". Conseguiu juntar a NASA e Hollywood para ficar na nossa memória colectiva (quem não recorda o filme "Contacto", com Jodie Foster?).

Depois de Sagan e por causa de Sagan, para o comum dos cidadãos o mundo já não é o mesmo. O mundo tornou-se maior e nós tornámo-nos, com isso, também maiores!

C. F.

A FÍSICA DA AREIA



"A Física de um saco de berlindes", um filme com Pierre de Gennes, premiado no Festival "Teleciência" de 2001.

No âmbito da Semana da Cultura Científica, uma excelente iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, realizou-se um pouco por todo o país o "Teleciência" - Festival de Filme Científico, organizado pela Universidade de Trás os Montes e Alto Douro. Os mais recentes filmes científicos de todo o mundo estiveram à disposição do público, em particular o mais jovem.

Por exemplo, o moderno anfiteatro da Escola Superior de Educação de Viseu recebeu mais de quatrocentos alunos de escolas secundárias para verem um filme de Física, sobre as propriedades físicas da areia, e outro de Biologia, sobre a origem da vida. O filme de Física intitulava-se sugestivamente "A Física de um saco de berlindes", uma vez que a areia da praia ou do deserto é formada por grãos de vários tamanhos à semelhança de um saco de berlindes infantil. O "actor principal" do filme é o francês Pierre de Gennes, Prémio Nobel da Física de 1991 pelo conjunto dos seus trabalhos de Física da Matéria Condensada incluindo os materiais granulares como a areia (ou o cimento, o arroz, a farinha, etc.)

De Gennes, como vários outros prémios Nobel, gosta de ir às escolas partilhar com os jovens o seu entusiasmo pela ciência. E que fazia ele nas imagens mostradas aos alunos de Viseu? Algo extraordinariamente simples: rodeado por um grupo de alunos do secundário (que organizaram na sua escola um Museu da Areia), fazia um monte de areia, tal e qual uma criança que brinca na praia. E que tem a Física a dizer sobre os montes de areia?

Pode parecer algo de trivial sobre o qual não há nada a dizer, mas a areia é um material extremamente complexo sobre o qual só recentemente, por meio de experiências reais e computacionais (simulações), se sabe alguma coisa.

Passam-se coisas estranhas com a areia: por um lado é dura como um sólido (podemos aleijar-nos se cairmos na areia) mas por outro lado, quando cai para formar um monte, assemelha-se a um líquido e, quando é soprada pelo vento, assemelha-se a um gás. Não cabe, portanto, nas categorias habituais de classificação da matéria que se ensinam na escola.

Vejamos em mais pormenor o monte de areia. Deixemos cair a areia na vertical, devagarinho, para formar um monte, que terá a forma de um cone. Qual é a inclinação desse cone? Verifica-se que essa inclinação varia entre um ângulo mínimo e um ângulo máximo. Quando a areia atinge o ângulo máximo, dá-se uma avalanche e, de repente, o ângulo fica mínimo. A areia vai caindo, com a inclinação do monte a aumentar, até que se atinja de novo o ângulo máximo. Então, basta um pequeno grão de areia e dá-se nova avalanche. O monte vai crescendo com a areia a cair aos trambo-lhões, por avalanches sucessivas. Parece-nos estranho, não é? Mas não o é para algumas formigas da areia, que aproveitam as avalanches em seu próprio benefício... Escavam um buraco, que tem a forma de cone, e escondem-se debaixo da areia no fundo. Uma presa que caia dentro do buraco está perdida, porque bastará um pequeno movimento da areia para ocorrer uma avalanche e conduzir o pobre

bichinho para a boca esfomeada da formiga. Aqui temos uma curiosa relação entre a Física e a Biologia...

Se se reparar com atenção num monte de areia verifica-se que os grãos maiores aparecem um pouco separados, na base do monte. Basta, portanto, deixar cair a areia para separar, pelo menos em parte os grãos grandes dos pequenos. Os grãos de areia têm tamanhos entre 2 mm e 0,02 mm. Pode fazer-se uma experiência com uma ampulheta (palavra que significa pequena ampola) ou relógio de areia. Colocam-se no recipiente de cima, misturados, grãos maiores de uma cor escura e grãos menores de uma cor clara. Ao caírem no recipiente de baixo, os grãos escuros aparecem naturalmente na base do monte.

E se tivermos um saco com areia e o sacudirmos constantemente? Neste caso passa-se algo de extraordinário, em vez de os grãos pequenos ficarem por cima dos grãos grandes, os grãos grandes sobem para cima dos pequenos. O efeito, chamado "efeito das nozes do Brasil", é conhecido desde os anos 30 do século passado mas só agora tem sido estudado no laboratório e no computador. Onde vem o nome? No Brasil, as camionetas que transportam as nozes estão sujeitas a constante trepidação devido ao mau estado das estradas (algumas são ainda piores do que aqui!) e verifica-se, no final da viagem, que as nozes grandes estão ao de cima. Parece que as nozes grandes são sacudidas para cima e as pequenas ocupam imediatamente o espaço por baixo delas, impedindo-as de voltar à posição inicial. O leitor, se não achar a experiência muito infantil, pode sacudir um saco de berlindes para ver os maiores aparecerem por cima.

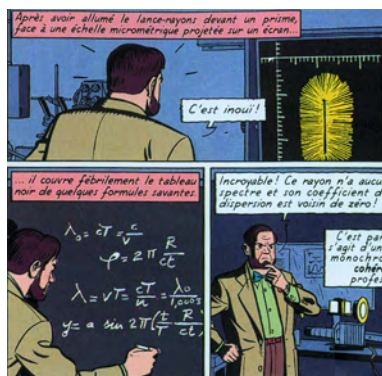
Pois a Física contemporânea estuda e procura explicar este tipo de comportamentos. E a cultura científica consiste também em perceber que a Física se ocupa da areia das praias e dos desertos e não apenas, como aparece nos manuais escolares, das alavancas, roldanas e planos inclinados. A cultura tecnológica consiste em saber que o conhecimento científico

da areia permite o fabrico de melhor betão e a realização de melhores obras de construção civil.

Por último, como trabalho de casa para os leitores mais interessados, fica a indicação de uma experiência que é mostrada no filme apresentado por de Gennes, mas que é fácil de realizar e que permite distinguir o comportamento de uma ampulheta (relógio de areia) de uma clépsidra (relógio de água, que deu o título a um livro do poeta português Camilo Pessanha). Não se indicam as conclusões para haver algum "suspense" na realização da experiência. Temos dois recipientes iguais, com um orifício na base, um que é cheio com um certo volume de areia e outro que é cheio com um volume idêntico de água. Se se abrir o orifício, em que relógio – a ampulheta ou a clépsidra – o conteúdo se escoia mais depressa? Quem ganha – a areia ou a água?

C. F.

UM FÍSICO NA BANDA DESENHADA



Criada em 1946 por Edgar Pierre Jacobs para a revista "Tintin", a série Blake e Mortimer resistiu — e bem — à morte do seu inventor. Ao contrário de outros ícones da banda desenhada europeia e mundial, os dois heróis "britânicos" não viram as suas aventuras terminar em 1987. Com efeito, Jacobs fez saber que não se opunha à continuação por outros artistas da saga aventureira dos personagens

depois do seu falecimento. Assim aconteceu, aliás, logo com a segunda parte de "As Três Fórmulas do Professor Sato", deixada incompleta pelo autor e concluída em 1990 por Bob de Moor, um antigo colaborador de Hergé. A experiência não se revelou especialmente bem sucedida e passar-se-iam ainda vários anos antes que fosse encontrado um sucessor à altura do talento de Jacobs.

A criação de Francis Blake, um oficial dos serviços secretos britânicos, e de Philip Mortimer, um físico de renome mundial, foi um pouco obra do acaso. Jacobs, um criador solitário que fez teatro e foi cantor lírico antes de chegar à banda desenhada, já não era um novato nestas andanças. Ganhara experiência no desenvolvimento de temáticas de recorte histórico, que eram um dos seus universos de interesse. Ainda durante a Segunda Guerra Mundial, assegurou durante um curto período o desenvolvimento das aventuras de Flash Gordon quando o material americano deixou de chegar à Europa. Com a censura dos nazis a tudo o que vinha do outro lado do Atlântico, Jacobs viu-se obrigado a mudar de registo, mas continuando a explorar as potencialidades da ficção científica em "O Raio U", uma homenagem subtil ao espírito daquele clássico. Nessa mesma altura conhece Hergé, com quem aceita colaborar na produção e na aplicação de cor das aventuras de Tintin.

Depois do fim da guerra e o arranque da revista "Tintin", Jacobs encontra-se numa encruzilhada. Decide-se pela exploração de um universo temático pessoal, mas condicionado pelas exigências da própria revista, que queria uma série contemporânea. A ficção científica foi o, segundo o próprio desenhador e argumentista, "mal menor", e assim nasceu Blake e Mortimer.

Durante as décadas subsequentes, investe tudo no desenvolvimento desta série única. Trabalhando sozinho e sendo muito cioso da coerência interna das suas aventuras, não deixou muitos álbuns à posteridade. No entanto, qualquer uma das suas histórias é, incontestavelmente,

um modelo de coerência narrativa, que vai a par de um fôlego que envolve o leitor desde os primeiros quadradinhos. Da história oculta do Antigo Egipto até à excelência dos desenvolvimentos tecnológicos contemporâneos, com passagem pelos enigmas policiais, as incursões pelo fantástico e esotérico, a espionagem e a guerra meteorológica, as aventuras de Blake e Mortimer são um campo de afirmação permanente da intriga e do enredo segundo as regras de ouro deste género narrativo. Mais ainda, as histórias valem pelo "atrevimento" das hipóteses científicas em que assenta o motor da narrativa numa parte significativa dos álbuns, como é o caso de "O Segredo do Espadão", "SOS Meteoros", "A Armadilha Diabólica", "As Três Fórmulas do Professor Sato" e, agora, "L'Étrange Rendez-Vous".

Clássico dotado de uma frescura e modernidade ímpares, a série Blake e Mortimer está condenada ao sucesso. Não admira, pois, que o relançamento das suas aventuras pelas duplas Ted Benoît-Jean Van Hamme e André Juillard- Yves Sente — mais a primeira do que a segunda, sobretudo pela feliz síntese entre a herança do "mestre" e o retomar de caminhos próprios que a afastam de um mero "pastiche", como se comprova de novo neste mais recente episódio — represente um clamoroso êxito editorial a que Portugal não está alheio (estão disponíveis vários álbuns no catálogo da Meribérica-Liber). O que é a prova de que Blake e Mortimer são heróis a visitar e revisitar.

CARLOS PESSOA
gazeta@teor.fis.uc.pt

MANIFESTO PARA A EDUCAÇÃO DA REPÚBLICA

<http://www.assinar.net>

Neste "site" encontra-se à consideração de todos os interessados pelas questões da educação em Portugal o "Manifesto para a Educação da República", uma iniciativa cívica que até à data já obteve mais de 1200 adesões de pessoas individuais, incluindo grande número de físicos, professores e estudantes de Física.

O texto faz de início um diagnóstico sumário da educação em Portugal e solicita, no final, ao Presidente da República que empreenda um grande esforço de congregação de vontades para que se concretize uma mudança profunda do nosso padrão educativo, que o aproxime daquele que existe nos países mais desenvolvidos.

O texto continua aberto à assinatura de todos os cidadãos que se identifiquem com o espírito da iniciativa.

C.F

FÍSICA PARA TODOS



<http://www.physicscentral.com>

A Sociedade Americana de Física põe aqui à disposição conteúdos para o básico e secundário. Se quiser saber por que é que o céu é azul ou como é que um laser consegue arrefecer átomos até quase ao zero absoluto, este é o sítio certo.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA

<http://www.mhs.ox.ac.uk/epact>

Um novo catálogo virtual de 520 instrumentos científicos e medievais e renascentistas (até 1600). O catálogo foi criado pelo Museu de História da Ciência de Oxford e outros três museus do Reino Unido, Itália e Holanda.

Inclui uma bibliografia e artigos sobre o uso dos instrumentos.

O MUNDO DAS MOLÉCULAS

<http://www.molecularuniverse.com>

Um "Web book" criado por químicos de uma empresa de San Diego e da Royal Institution britânica. O leitor pode encontrar lá retratos da cafeína, da aspirina e de muitas outras moléculas.

CIÊNCIA ANIMADA



<http://www.brainpop.com>

Encontram-se aqui muitos desenhos animados de ciência e tecnologia (incluindo saúde). Para crianças do 5º ao 8º ano...

FÍSICA RÁPIDA

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hphys.html>

Uma grande quantidade de informação de cursos básicos de física encontra-se sumariada (com diagramas de conceitos). Pode-se saber tudo desde a lei de Faraday aos altifalantes, desde os mesões aos buracos negros!

O CANAL EINSTEIN



<http://www.einstein.tv>

Um novo canal televisivo de ciência e tecnologia, que combina a televisão com a Internet arrancou na Europa. O empreendimento pretende emular o canal norte-americano *Discovery Channel*, mas servindo-se dos modernos meios da televisão digital. O lema é *feeds a hungry mind*.

NEWTONMANIA

<http://www.newton.org.uk>

O leitor encontrará tudo aquilo que sempre quis saber sobre Newton e que nunca tinha coragem para perguntar (tudo mesmo: sabia que Newton gostava de jogar gamão?)

A FÍSICA DOS MICROCHIPS

<http://jas.eng.buffalo.edu>

Um professor de engenharia electrotécnica da Universidade do Estado de Nova Iorque, Buffalo, criou um conjunto de *applets* sobre a física de "microchips" e de outros dispositivos usados em computadores.

CARTAS DOS LEITORES



RECORDANDO MÁRIO SILVA
(a propósito do artigo "Mário Silva",
Gazeta de Física, vol. 24, fasc.1)

Recordo-me de dois episódios, a que assisti, da vida de Mário Silva como professor, um relativo às qualidades didácticas, o outro relativo às suas qualidades humanas. Não resisto à tentação de os contar.

O Bedel acabava de anunciar o começo da aula teórica de Física Geral daquele dia e abriu a porta do anfiteatro para dar entrada aos alunos que, como era habitual naquele tempo, se encontravam todos vestidos com capa e batina. Verificaram então, depois de sentados, que o Prof. Mário Silva se encontrava de pé, em frente da sua mesa, em cima da qual se encontrava o que para todos nós parecia uma complicada aparelhagem. Todos esperávamos que naquela aula se concluiria o tema teórico respeitante a grandezas sinusoidais e, por isso, todos estranhámos a presença daquela aparelhagem. Mas o Prof. Mário Silva logo começou por esclarecer que aquela aparelhagem se destinava a demonstrações práticas para consolidar a teoria do assunto que estava a tratar. Tratava-se de um oscilador de audio ligado a um amplificador de som. Depois de fazer uma breve revisão oral acerca do que era amplitude, frequência, período, fase e, quanto ao som, do que era intensidade, altura e timbre, explicou que uma das finalidades da demonstração que ia fazer era mostrar a capacidade diferente em cada um de nós de detectar frequências sonoras elevadas e também mostrar que essa capacidade diminuía com a idade. Pôs então o oscilador em funcionamento, aumentando gradualmente a frequência. Ia então perguntando a cada aluno se ouvia o som, esclarecendo que ele também o ia ouvindo. Mas, ao ser atingida a frequência de algumas dezenas de kilohertz, informou que deixara de ouvir qualquer som, tendo-nos então perguntado se o mesmo sucedia connosco. Quando lhe dissemos que continuávamos a ouvir esse som, logo explicou que a capacidade de detectar frequências audíveis diminuía com o aumento da idade. Prosseguiu então com a experiência, até que, ao chegar aos 20 kilohertz, já ninguém ouvia nenhum som. Na parte restante da aula esclareceu muitas dúvidas e houve

até um aluno que ficou a perceber "porque é que as correntes eléctricas alternadas sinusoidais conseguem passar por fios direitos". Esta experiência mostrou-me também que os anúncios actuais de amplificadores com uma curva de resposta ideal, desde a frequência zero até à de muitas dezenas de kilohertz, são publicidade enganosa. Que diferença esta aula de franco intercâmbio com os alunos e outras de muitos professores de então, em que estes falavam *ex-cathedra*, sem haver sequer autorização para lhes pedir que tirassem dúvidas, tarefa que era da competência dos assistentes!

Naquele tempo todos os alunos, mesmo os melhores, tinham de prestar provas orais, no final do ano lectivo, a todas as cadeiras. A essas provas podia assistir quem quer que fosse. O episódio que passo a relatar passou-se nas provas orais de Física Geral, no ano lectivo de 1944/45, no dia em que tive de prestar a minha, de que me lembro ter sido interrogado sobre a transformação de Lorentz, sobre vectores quadridimensionais no espaço-tempo e sobre o espaço quadridimensional de Minkowski. Assisti nesse dia a todas as provas orais. Tinha acabado de entrar, para uma delas, um dos meus colegas, sabedor da matéria, mas com muita pouca auto-confiança. Não respondeu à primeira pergunta feita pelo Prof. Mário Silva, nem à segunda, nem à terceira. Com qualquer outro professor o aluno teria sido mandado embora com uma reprovação. Mas o Prof. Mário Silva, em lugar disso, comentou: - *Vejo que o senhor não consegue responder às minhas perguntas porque, segundo me parece, se encontra muito nervoso. Não quererá ir até lá fora descontraí-lo para depois voltar e fazer o seu exame?*

Então o aluno respondeu a tremer:

- *Muito obrigado, senhor doutor, mas quando é que eu tenho de vir?*

Responde-lhe o professor Mário Silva:

- *Venha quando estiver calmo e então verá que o exame lhe vai correr bem.*

Este admirável comportamento humano do Prof. Mário Silva produziu no aluno um efeito que nenhum psicólogo produziria: uma calma tão extraordinária que, depois de ter reentrado na sala, fez um exame brilhante, com uma belíssima classificação.

JOAQUIM ALBUQUERQUE DE MOURA RELVAS
Instituto Superior Politécnico Goya, Vila Nova de Gaia

OS FÍSICOS E A ORDEM DOS ENGENHEIROS

A Ordem dos Engenheiros tem mostrado ser de compreensão muito lenta, no que respeita ao estatuto do licenciado em Engenharia Física (ou Engenharia Física Tecnológica) e a sua inscrição como membro de pleno direito. Parece-me que não há convergência alguma ou estratégia para resolver este problema, sobretudo agora que a prática de acreditação das licenciaturas em engenharia se tornou sistemática.

Talvez valha a pena reflectir sobre a inexistência de um colégio de Engenharia Física. Os licenciados nesta área têm que se inscrever no colégio de Engenharia Electrotécnica, ainda que esta especialidade não corresponda à sua qualificação. Eu sou licenciado em Engenharia Física Tecnológica pelo Instituto Superior Técnico e doutorado em Física pela École Polytechnique Federale de Lausanne, tendo aproveitado uma pequena parte do meu trabalho de doutoramento como matéria de estágio curricular como membro estagiário na Ordem.

Hoje sou membro efectivo e, para os devidos efeitos, especialista em Engenharia Electrotécnica, pois é aí que a Ordem me enquadra. Não tive que realizar exame de admissão, pois o curso já esteve acreditado e eu inscrevi-me nesse período. No entanto, não é necessário apresentar quaisquer credenciais enquanto engenheiro no exercício da minha profissão de investigador.

A questão a saber é de que forma se articulam os engenheiros físicos como um grupo de profissionais (serão maioritariamente investigadores? estarão em lugares de gestão? realizarão efectivamente um trabalho de engenharia?) para se poder criar um quadro de qualificação em Engenharia Física no seio da Ordem dos Engenheiros.

Não tenho conhecimento dos números, e portanto não sei quantos engenheiros físicos estão inscritos na Ordem, mas parece-me importante a preparação de uma carta-aberta a ser enviada ao Bastonário, assinada por todos os licenciados em Engenharia Física que vêem como necessidade a criação de um colégio de Engenharia Física e uma maior participação no processo de acreditação das licenciaturas.

PEDRO MIGUEL RODRIGUES DE ALMEIDA

Agfa-Gevaert N.V., RDM/PA-Mo - Electron Microscopy Laboratory
Septestraat 27, B-2640 Mortsel

MEIA-VIDA E ACTIVIDADES

No fascículo 1 do volume 24 da Gazeta da Física, sob o título de "O Kosovo, as bombas da Nato e a Física" – publica-se uma nota da autoria de Ana Eiró e Augusto Barroso, em que se procura, louvavelmente, esclarecer o assunto expresso no título, do ponto de vista das suas bases físicas.

Para explicar a relação existente entre o parâmetro "meia-vida" e a actividade duma amostra radioactiva, recorrem os autores à fórmula.

$$A = N \ln 2 / T_{1/2}$$

acrescentando-lhe um exemplo prático, aliás algo abstruso e pouco explícito, em que comparam as actividades de duas amostras de 1 g contendo percentagens diferentes de dois radioisótopos de diferente meia-vida (...) Parece-nos que teria sido preferível, do ponto de vista da clarificação dos conceitos físicos envolvidos, ter partido, não da fórmula acima referida, mas da lei de decaimento exponencial da actividade, a qual se deriva da expressão fundamental que exprime a probabilidade de desintegração, em função do número de átomos presentes na amostra e da constante de desintegração λ .

$$|dN/dt| = A \lambda N$$

Daqui resulta:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Fazendo $N = N_0/2$, vem

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2} = A/N$$

que é a expressão de que os autores partem.

Torna-se assim evidente que a relação entre a actividade A e a meia-vida $T_{1/2}$ resulta da lei fundamental de decaimento exponencial da radioactividade, sem necessidade de recorrer a qualquer exemplo prático, para mostrar que os radioisótopos com maior meia-vida (e não vida média!) têm, para o mesmo número de átomos presentes na amostra (e não para a mesma quantidade de matéria!), actividades menores.

FERNANDO PULIDO VALENTE

Av. das Túlipas – 10, 2º Esq. Miraflores – Algés – 1945-158 Lisboa



O ENSINO DAS CIÊNCIAS NA UNIVERSIDADE *

JOÃO FILIPE QUEIRÓ

Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra

jfqueiro@mat.uc.pt

Os problemas do ensino e da educação são "eternos". Sempre se puseram e sempre se porão os mesmos problemas e as mesmas questões, e sempre se tentarão respostas que muitas vezes parecem novas e são velhíssimas. Um exemplo da "eternidade" dos problemas surgiu num jornal há pouco tempo: numa parede nas ruínas de Pompeia foram descobertos *graffiti* de estudantes a insultar professores...

Outro exemplo é uma polémica escrita entre dois professores de Matemática da Universidade de Coimbra no século XVIII, onde se encontram trechos interessantes sobre o ensino, como o seguinte de José Anastácio da Cunha, então já ex-professor: *"O meu modo de ensinar era o que a minha consciência e inteligência (...) me ditavam. Expunha o objecto das proposições, a sua conexão e dependência (...). Não me demorava em ler ou repetir literalmente (como os meus companheiros costumavam) as proposições que por fáceis nem carecem de explicação, nem a admitem, só para poder empregar tempo suficiente em indicar ao estudantes as verdadeiras dificuldades da lição (...). Porém queria que também os estudantes trabalhassem, e os obrigava a resolver problemas."*

Pode perfeitamente argumentar-se que o assunto do título deste artigo nem sequer existe, porque na Universidade não há, ou não deve haver, "ensino", no sentido "liceal" de haver alguém que está por cima a ensinar, ou a dar, e alguém que está em baixo a ser ensinado, ou a receber. O conceito de "ensino" a nível superior é problemático, e a consciência disso ajuda quando se pensa em propostas para resolver alguns dos problemas que existem nas uni-

versidades. Em conformidade, daqui em diante as ocorrências da palavra "ensino" deverão ser imaginadas como estando entre aspas.

O grande objectivo do "ensino" universitário é que os estudantes aprendam a pensar. Para apoiar esta ideia — e também a ideia da "eternidade" destas questões — podia recuar mais de dois mil anos e ir buscar citações de Sócrates. Ou então recordar uma frase muito bonita de Plutarco: *"Uma mente não é um vaso que se enche, mas sim uma chama que se sopra."*

Há verdadeira aprendizagem universitária quando duas mentes se encontram na compreensão de um assunto. Em rigor, a compreensão pode até acontecer com uma mente só, a do estudante que estuda e pensa sozinho. Tudo o que não é isto é um substituto burocrático disto: o ensino codificado, com horas marcadas, as aulas, as turmas cheias, o ensino de cinco ou seis disciplinas em simultâneo. Trata-se talvez de necessidades, mas não são por isso menos substitutos burocráticos.

Expressões como "transmissão de conteúdos" não têm na universidade o mesmo sentido que têm para níveis escolares anteriores — o verdadeiro objectivo do "ensino" universitário é o desenvolvimento e o enriquecimento autónomo das mentes individuais. O bom professor universitário é o que no fim se liquida a si próprio.

DIAGNÓSTICOS

A primeira observação de diagnóstico sobre a situação actual, concreta, do ensino das Ciências na universidade em Portugal é objectiva: há uma tendência descendente no número de estudantes que procuram cursos de Ciências e Engenharias em Portugal. Este fenómeno é complexo, tanto nas suas manifestações como nas suas possíveis explicações, mas mesmo sem análises de pormenor creio que existe. Não se está ainda na fase de os cursos de forma generalizada não preencherem o *numerus clausus*, mas as tendências apontam para aí.

Ligadas com o fenómeno anterior estão as baixas classificações médias obtidas em Matemática e Física nos exames nacionais do 12º ano, um facto gravíssimo que se repete ano após ano. Do ponto de vista dos cursos de ciências e engenharia, esta situação é ainda pior se se tiver em conta o facto de que muitos dos estudantes com melhores classificações procuram cursos nas áreas da saúde, da biologia, da economia. Em consequência, e sem querer embarcar no desporto nacional de passar as culpas para outrem, pode dizer-se que há um problema real no plano da preparação técnica dos estudantes à entrada do ensino superior. A este problema junta-se o da atitude intelectual e também o da capacidade de expressão oral e escrita. Não havendo aqui espaço para analisar estas questões, sublinho apenas que as minhas afirmações se referem a médias, e não a estudantes individuais.

Um segundo problema é o da motivação. Creio que é possível detectar um fenómeno de quebra de motivação nos estudantes dos cursos de ciências e engenharia em Portugal.

Esta questão é mais subjectiva. Não conheço estudos sobre isto. Pode haver aqui um erro de percepção da minha parte, e não haver um problema verdadeiramente novo. Mas suspeito que não é esse o caso, e que há efectivamente um crescente problema de desmotivação e de alienação estudantil, sobretudo nas áreas das ciências exactas e de algumas engenharias.

À primeira vista isto pode parecer paradoxal. Uma situação mais complicada no mercado de trabalho, em comparação com a situação de há duas ou três décadas atrás (mais certa e regulada e menos competitiva), deveria trazer mais dedicação e interesse. Mas talvez a alienação e o desinteresse venham da sensação de que não vale a pena, de que uma licenciatura não tem o valor de livre-trânsito que já teve. Para esta situação pode contribuir ainda um

outro facto. O Estado é em Portugal o maior empregador de licenciados. Mas, infelizmente, é um péssimo empregador, porque muitas vezes é cego perante a questão da qualidade. Isto causa prejuízos e perturbações aos estudantes e às universidades.

O contexto português, por outro lado, comporta um perigo real a este respeito: para quê estudar ciência e tecnologia, se todos os produtos tecnológicos mais correntes, de grande consumo e gratificação imediata, nos chegam feitos, completos e baratos? Para quê então ciências e engenharias em Portugal, para quê o esforço, o estudo, a reflexão? Não será isso só para os outros? Já Eça de Queirós observava que Portugal importa tudo. Dizia ele — ou, mais precisamente, um personagem criado por ele — que a civilização chega cá em segunda mão, não foi feita para nós, fica-nos curta nas mangas...

A questão da motivação é inseparável do espírito com que os jovens chegam ao ensino superior. A própria prosperidade económica das famílias pode levar ao adiamento psicológico da questão do futuro profissional, e à separação entre esse futuro e os estudos superiores. Estes aparecem assim como uma simples continuação da escola básica e secundária, que se frequenta porque tem de ser, num curso qualquer, escolhido meio por vontade própria meio ao acaso, com a ajuda do computador do Ministério da Educação.

A questão da preparação à entrada dos cursos, aliada à desmotivação, produz os bem conhecidos fenómenos de insucesso nos primeiros anos da universidade, com números que a todos chocam, ou deviam chocar, pelo seu significado humano, social e económico.

PROPOSTAS

Que respostas se podem conceber no plano institucional para estes problemas? Vou tentar esboçar algumas. As ideias serão porventura banais.

Uma proposta possível é restringir de forma drástica o *numerus clausus*, de forma a só admitir nos cursos os estudantes mais preparados e motivados. Deixarei esta ideia de lado por motivos mais ou menos óbvios. Embora ela possa ser um caminho para algumas instituições, no contexto de uma análise geral tem que ser considerada uma fuga ao problema.

O principal instrumento de ataque ao problema tal como ele foi descrito parece ser o das reformas curriculares bem

pensadas, muito para além dos simples rearranjos ou permutações de elencos de disciplinas. No cerne de tais reformas deve estar uma ideia clara sobre o objectivo essencial da actividade de estudo a nível universitário. Esse objectivo, como já se disse, é o de aprender a pensar autonomamente. Claro que essa aprendizagem não deve ser levada a cabo no vazio, mas fazer-se, e demonstrar-se, no contacto com as matérias dos respectivos cursos.

As componentes centrais dessas reformas curriculares são as seguintes: evitar o ensino de massas (que em Portugal parece funcionar mal); evitar excesso de disciplinas em simultâneo; exigir muito mais trabalho regular dos estudantes; repensar a natureza das aulas práticas (por exemplo, como sugeria um colega, proibindo o uso do quadro...). Ligada a estas reformas está a revisão dos processos de avaliação, com maior intolerância do insucesso (mas seguramente não a sua correcção administrativa!), evitando o enorme desperdício humano e de recursos envolvido na reprovação, ou mesmo na ausência de avaliação, de largas percentagens de estudantes no termo das disciplinas.

De todas estas componentes a mais importante é a mudança das práticas de trabalho, cuja organização é responsabilidade das instituições. Não se trata de estas se substituírem aos estudantes na questão da motivação (que se coloca sempre num plano pessoal), mas sim de melhor organizar o trabalho de forma a combater a falta de motivação.

Ainda em matéria de reforma curricular, não me convence uma ideia que tenho visto defender, e que consiste em inverter a sequência habitual dos cursos, começando com as aplicações (o que supostamente reforçaria a motivação dos estudantes) e partindo depois para a ciência fundamental entretanto reconhecida como necessária. Mais interessante é a ideia de criar percursos especiais, opcionais, para alguns estudantes mais interessados e motivados. Pode em cada disciplina haver níveis mínimos gerais, e depois desenvolvimentos mais avançados, em tempos lectivos extraordinários, para grupos restritos de estudantes que o desejem e para isso sejam estimulados. Com este tipo de iniciativa pode responder-se, não só ao próprio interesse dos estudantes em causa, como à necessidade de dotar o país com graduados de alto nível que possam seguir carreiras académicas e de investigação.

*Intervenção num painel sobre o ensino das ciências na reunião do Fórum Internacional de Investigadores Portugueses realizada em Faro, em Abril de 2001

Centro de Física das Interações Fundamentais (Instituto Superior Técnico)

Um Centro de Investigação em crescimento



- ★ Projectos de investigação em Física de Altas Energias (11 membros permanentes, 6 post-docs, 5 estudantes), Física Nuclear e Física Hadrónica (7 membros permanentes, 4 post-docs, 5 estudantes), Física da Matéria Condensada (2 membros permanentes, 2 post-docs), Relatividade e Cosmologia (2 membros permanentes, 1 estudante), Geometria Diferencial (1 membro permanente), e áreas afins
- ★ Os temas investigados incluem física de neutrinos, extensões do modelo padrão, supersimetria, bariogénese, iões pesados, mesões escalares, lagrangeanos para partículas instáveis, quebra de simetria quiral, produção de mesões, novos estados de estabilidade nuclear, QCD, topologia de sistemas fortemente correlacionados, decomposição spinodal, dinâmica de vórtices, coexistência de magnetismo e supercondutividade, teorias da expansão do Universo, matéria escura, variedades de Kahler-Einstein
- ★ Visite-nos na página <http://cfic.ist.utl.pt>

OLIMPIÁDAS DE FÍSICA 2001/2002



Escalão A: alunos do 9º ano
Escalão B: alunos do 11º ano

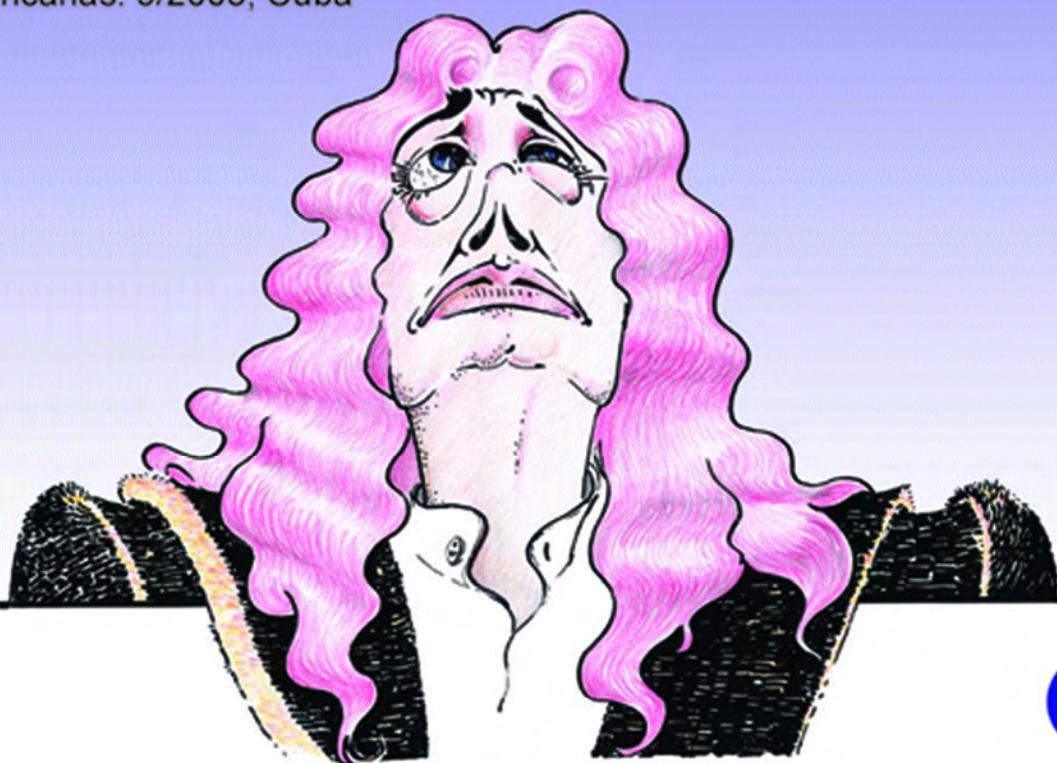
PROVAS

Regionais: 11/5/2002

Nacionais: 21-22/6/2002

Internacionais: 7/2003, Taiwan

Iberoamericanas: 9/2003, Cuba



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

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

NOS PRÓXIMOS NÚMEROS



POTÊNCIAS DE DEZ:
O MUNDO A VÁRIAS ESCALAS
Número Especial

UNIVERSIDADES PORTUGUESAS:
POR QUE NÃO AS MELHORES?
Michael Athans

25 SÉCULOS DE FÍSICA QUÂNTICA
Mario Bunge

O ENCONTRO DO MILÉNIO
Nuno Peres

A FÍSICA NO FINAL DO SÉCULO XIX
Manuel Fernandes Thomaz