

Gazeta de

Física

25 anos da SPF um depoimento breve

**Ciência grande
para gente pequena**

O futuro da Física

**"O investigador português
é um herói"**

Entrevista com Carlos Matos Ferreira



Gazeta de Física Vol. 23 (2000) Fasc. 3

Director Carlos Fiolhais
Editor Carlos Pessoa

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

Colaboraram ainda neste número
Adriano Sampaio de Sousa, Anabela Martins,
Augusto Barroso, Eduardo Lage, Fernando Nogueira,
João Paiva, Jorge Dias de Deus, José António Paixão,
José Dias Urbano, José Moreira Araújo,
Manuel Fiolhais, Pedro Alberto e Teresa Peña.

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

Design Lupa, R. da Graça, 140- 2º 1170-171 Lisboa
E-mail lupa@esoterica.pt
Pré-impressão e Impressão
Textype Artes Gráficas Lda.
Tiragem 1500 exemplares

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

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

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

ISSN 0367-3561
Registo DGCS nº 107280 de 13/5/80
Depósito Legal nº 51419/91
Publicação Trimestral
Publicação subsidiada pela Fundação para a Ciência
e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia.

A Gazeta de Física publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Deverá constituir também um espaço de informação para 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 Macintosh ou PC. Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução, e nos formatos electrónicos jpg, gif ou eps.

nota de abertura

25 anos, o futuro e a criação de comboios

Nem para o leitor mais advertido a relação entre os 25 anos da SPF, o futuro da Física e a criação de comboios é tão óbvia que dispense uma explicação.

A primeira justificação é que estes são assuntos tratados neste número da "Gazeta" que tem entre mãos. Veja o índice aqui ao lado. Nada mais elementar, caro Watson!... "E então?", retorquirá o leitor mais impaciente.

Levante-se, então, o véu que encobre o "mistério" do título desta nota para referir que o 25º aniversário da SPF, ocorrido há quase um ano, é de novo evocado através de um artigo de José Moreira Araújo que mergulha no passado da Sociedade e traz à luz do dia alguns aspectos menos conhecidos do papel dos pioneiros na construção daquilo que é hoje a SPF. No mesmo encontro comemorativo da efeméride estiveram Teresa Peña e Jorge Dias de Deus, autores de dois artigos complementares que abordam alguns aspectos sensíveis do ensino da Física. Por fim, José Dias Urbano, actual presidente da SPF, equaciona num artigo de opinião o futuro da Física, depois de fazer uma análise da fase relativamente difícil da sua existência que é a actual. Fala da história recente da Física e aborda os problemas prementes do ensino...

E os comboios? Como pode ocorrer a criação de comboios?

Para encontrar a resposta, o leitor terá de seguir directamente para o segundo artigo de Teresa Peña e Jorge Dias de Deus, onde, com base num problema simples de Física, se conclui que a abertura de espírito é uma atitude indispensável ao cientista, ao professor ou ao estudante de Física. Sem essa abertura nenhum deles irá longe.

Mas, se a houver, até poderá especular sobre a criação e aniquilação de comboios, partindo da mecânica clássica para os enigmas da mecânica quântica.

Neste número encontrar-se-ão ainda as habituais secções, com destaque para a entrevista em que o físico, professor universitário no Instituto Superior Técnico e ex-secretário-geral da SPF, Carlos Matos Ferreira fala desassombadamente do estado actual da Física em Portugal.

Boa leitura.

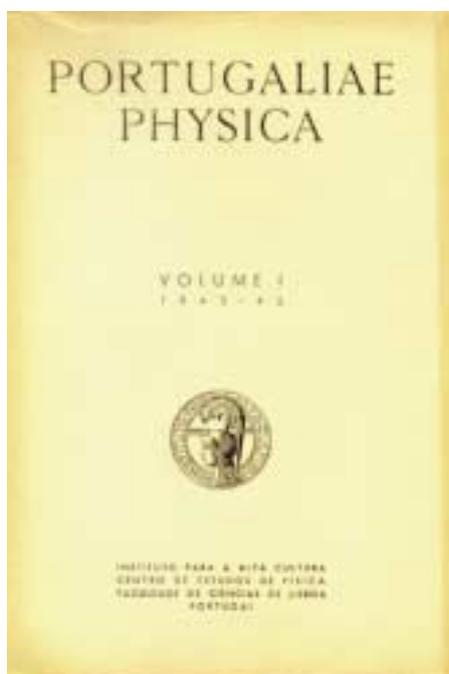
índice

artigos	
Os 25 anos da SPF – um depoimento breve <i>José Moreira Araújo</i>	4
Ciência grande para gente pequena <i>Teresa Peña e Jorge Dias de Deus</i>	9
Criação e aniquilação de comboios e de anti-comboios <i>Jorge Dias de Deus e Teresa Peña</i>	12
O futuro da Física <i>José Dias Urbano</i>	16
entrevista	
"O investigador português é um herói" Entrevista com Carlos Matos Ferreira <i>Carlos Pessoa</i>	20
notícias	
Física em Portugal	24
Física no Mundo	28
Sociedade Portuguesa de Física	34
Olimpíadas de Física	37
livros e multimédia	38
cartas dos leitores	41

25 anos da SPF

Sem aspirar a fazer a história dos últimos 25 anos da Sociedade Portuguesa de Física, o autor dá a conhecer, através de um depoimento pessoal, a sua experiência de um quarto de século como dirigente e membro activo da sociedade.

J. Moreira Araújo*



Não pretendo fazer aqui a história da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) nos últimos 25 anos. De resto esta encontra-se, nas suas linhas gerais, contida nos relatórios trienais dos sucessivos Conselhos Directivos. Limitar-me-ei, pois, a um breve depoimento pessoal.

A minha colaboração com a SPF foi relativamente intensa durante 12 anos, de 1975 a 1986. Após a excitação desses anos regressei ao “estado fundamental” de sócio 4001, o qual continuou a colaborar pelo menos uma vez por ano, ao pagar a sua quota. Houve algumas coisas mais, mas nada de muito importante.

Apenas irei aflorar dois temas: publicações e relações internacionais. Por um lado, são assuntos assaz neutros, não privilegiando qualquer área científica ou divisão; por outro, foram dos que mais tempo me ocuparam. Não poderei evitar curtas incursões pela pré-história da SPF e, aqui ou ali, terei de me referir a alguns factos mais recentes.

Publicações

Em 1943 era criada, no Centro de Física do Instituto para a Alta Cultura, na Faculdade de Ciências de Lisboa, a revista *Portugaliae Physica* (ver Fig. 1). A comissão de redacção era formada por Cyrillo Soares (editor), M. Teles Antunes, A. Marques da Silva e Manuel Valadares. Volvidos três anos, em 1946, surge a *Gazeta de Física*, dirigida por Jaime Xavier de Brito, Rómulo de Carvalho, Armando Gibert e Lídia Salgueiro (ver Fig. 2). Quase todos já não estão entre nós.

A SPF só surgiria em 1974, a 19 de Abril. Mas logo na sua primeira Assembleia Geral, em Janeiro de 1975, em Coimbra, decide que o futuro Conselho Directivo “diligencie no sentido daquelas duas revistas passarem a ser órgãos da SPF”. Isso viria a ser conseguido e a *Gazeta de Física*, que cessara publicação em 1974, reaparece em 1978 por ocasião da 1ª Conferência Nacional de Física (“Física 78”), na Fundação Gulbenkian.

um depoimento breve

Naquele início de 1975 eu não sonhava que viria a ser o primeiro presidente da SPF, nem tão pouco que me veria envolvido na publicação das duas revistas. Mas o segundo Conselho Directivo (1978-1980), presidido pelo Prof. João da Providência, pede-me para tentar ressuscitar a *Portugaliae Physica*, que não aparecia desde 1975. Não era a primeira “crise”: a partir de 1947 a publicação dessa revista tornara-se irregular, cessando de todo em 1954, para só reaparecer dez anos mais tarde. Embora pudesse interrogar-me “porquê eu?”, a verdade é que não era aceitável que a SPF tivesse adquirido graciosamente os direitos ao título *Portugaliae Physica* para depois desprezar a sua publicação! Aceitei por um mandato. Acabaram por ser três em vez de um: como dizer não ao terceiro presidente da Sociedade, o Prof. Fernando Bragança Gil, ou mesmo ao quarto, que era, novamente, eu? Conseguimos – eu e a dedicada comissão redactorial – a publicação regular durante oito anos consecutivos: perto de duas mil páginas, quase centena e meia de artigos, colaboração e assinaturas do estrangeiro, alguns elogiosos sinais de apreço a nível internacional, etc. Terá valido a pena, agora que sabemos que a *Portugaliae Physica* não se publica de novo, vai para sete anos? Aceito, sem dificuldade ou reservas, que muitos pensem que não valeu de todo a pena, ou que poderia ter valido mas em moldes diferentes. Pessoalmente não tenho remorsos, acho que era um dever fazer o que então foi feito ^[1].

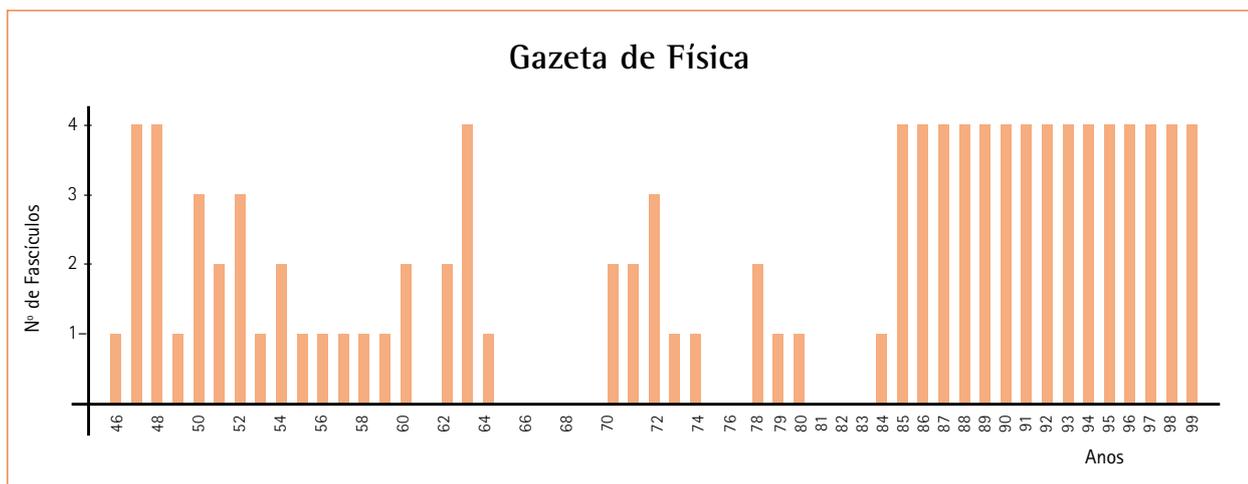
E a *Gazeta*? Já vimos que a sua publicação fora retomada em 1978. Mas acabaria por ser uma falsa partida, com nova interrupção por quatro longos anos (ver Fig. 3). O Conselho Directivo que assume funções em 1984 toma uma decisão feliz: em lugar de confirmar ou substituir um director, para depois procurar um outro e assim sucessiva-

mente, resolve assumir-se ela própria como comissão de redacção. E a verdade é que tem existido publicação regular, trimestral, há quase 15 anos. Aquela solução continha implicitamente um mecanismo de renovação, que foi ocorrendo; e gostaria de aproveitar a oportunidade para saudar a mais recente metamorfose, com o seu toque de modernidade e grafismo profissional, que poderá recuperar muitos “sócios pródigos” e atrair novos, de todas as idades.

A minha experiência com as duas revistas mostrou-me como pode ser difícil, entre nós, garantir uma publicação regular, com nível científico e gráfico aceitável, mesmo quando os apoios financeiros estejam, em princípio “garantidos” – venham eles de onde vierem. Interrogo-me como terá sido possível, nos anos 40 e 50, manter vivas as revistas quando não existiam subsídios, os autores potenciais eram muito menos numerosos, as dificuldades de toda a ordem, etc. Por isso, foi bem justo que a *Portugaliae Physica* não esquecesse as memórias de Cyrillo Soares e de Manuel Valadares, falecidos em 1950 e 1992. Do mesmo modo, também a SPF se honrou ao eleger Manuel Valadares como seu primeiro sócio honorário, em 1978.

Por sua vez, a *Gazeta de Física* não deixou de homenagear o seu fundador, Armando Gibert, falecido em 1985, bem como, muito recentemente, Rómulo de Carvalho, desaparecido quando a *Gazeta* comemorava os seus 50 anos ^[2].

Apesar de tudo o que foi sendo feito, ainda me parece oportuno exprimir publicamente o nosso apreço pelo esforço de todos aqueles antecessores que combateram o bom combate, na investigação, no ensino e na divulgação, com qualidade, da nossa ciência.



Relações Internacionais

A Sociedade Europeia de Física (European Physical Society, EPS) foi fundada em Setembro de 1968. Contrariando o espírito da época, essa sociedade procura, desde o início, congrega físicos de todos os países europeus, de oriente e de ocidente.

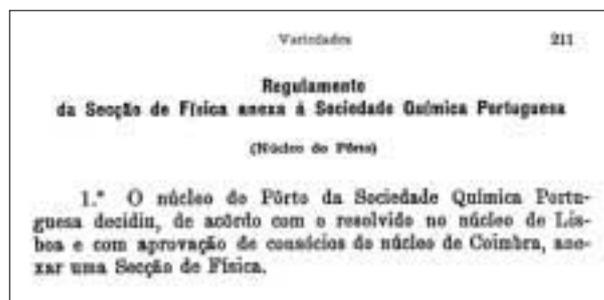
A adesão portuguesa só ocorre em Fevereiro de 1970, mais de quatro anos antes da fundação da SPF. Seja-me permitida aqui mais uma pequena incursão na pré-história da SPF.



Em 1912, três químicos portuenses criam a Sociedade Chimica Portuguesa. Foram eles A. J. Ferreira da Silva, Alberto d'Aguiar e J. Pereira Salgado, que a Sociedade Portuguesa de Quimica (SPQ) homenageou ao celebrar os 75 anos daquele acto fundador (Fig. 4). Sete anos antes, em 1905, os mesmos químicos

tinham lançado a *Revista de Chimica Pura e Applicada* (ver Fig. 5).

Em 1917 surgem *Secções de Physica*; o correspondente regulamento é mesmo publicado na Revista, embora numa secção intitulada... "Variedades" (ver Fig. 6). Mais tarde, em 1927, a Sociedade passaria a chamar-se Sociedade Portuguesa de Quimica e Fisica (SPQF); mas continuaríamos a ser o "parente pobre".



Foi através daquela sociedade mista que teve lugar a adesão à Sociedade Europeia de Física. O facto é assinalado na Gazeta através de uma nota assinada por Maria Teresa Gonçalves; não encontrei qualquer referência na Revista da SPQF. A participação portuguesa em reuniões ou actividades da EPS manter-se-ia porém quase nula, durante muitos anos. Em 1984, catorze anos após a nossa adesão, o número de portugueses sócios individuais da EPS não passava de oito, num total de quase 2300. Mas isso iria mudar!

Em 1981 a EPS organiza em Istambul uma das suas conferências trienais "Trends in Physics", precedida de um seminário sobre "The Problems of Physics in Developing Regions in Europe". Este era uma iniciativa da comissão consultiva "Physics and Society", com o apoio da UNESCO e do ICTP. Esperavam os organizadores dispor de auto-avaliações preparadas por físicos não só de Portugal, Espanha, Grécia e Turquia, mas também de regiões do sul de Itália, bem como da maior parte dos países da Europa Oriental. Houve, no entanto, falhas de comparência, algumas muito notadas.

Com vista ao referido simpósio redigimos, o Prof. Bragança Gil e eu, um documento que intitulámos "Physics in Portugal – A preliminary report". Relendo-o, continuo a pensar que era despretenciosamente honesto, não ocultando qualquer das nossas carências ou dificuldades. Terminava com uma secção, "Thoughts and Recommendations", em que se sugeriam formas concretas de apoio, desejável e aparentemente possível, por parte da EPS, UNESCO, etc.

A Espanha fez-se representar pelo Prof. Federico Garcia Moliner, da Universidade Autónoma de Madrid. Tivemos então, os três, longas conversas com o Dr. Raither, da Divisão de Ensino Superior e Investigação da Unesco, Paris. Daí resultaria a ideia de um primeiro acordo, com a duração de seis anos, entre as sociedades de Física dos dois países ibéricos, através das suas Divisões de Matéria Condensada, as quais promoveriam, conjunta e alternadamente, simpósios e escolas de Verão, abertos também à participação de físicos da América Latina e dos países africanos lusófonos; tudo isso com o apoio financeiro da UNESCO. Aquela bem sucedida colaboração viria a generalizar-se a outras áreas (Física Nuclear, Física

Atômica e Molecular, Vazio, Ensino da Física, etc.) e a aprofundar-se. É um dos exemplos felizes das muitas relações bilaterais estabelecidas com êxito, ao longo dos anos, pelos sucessivos Conselhos Directivos da SPF. Na sequência do simpósio de Istambul a UNESCO viria, também, a disponibilizar à EPS fundos para apoio à presença, em comissões, de membros de sociedades de alguns países europeus.

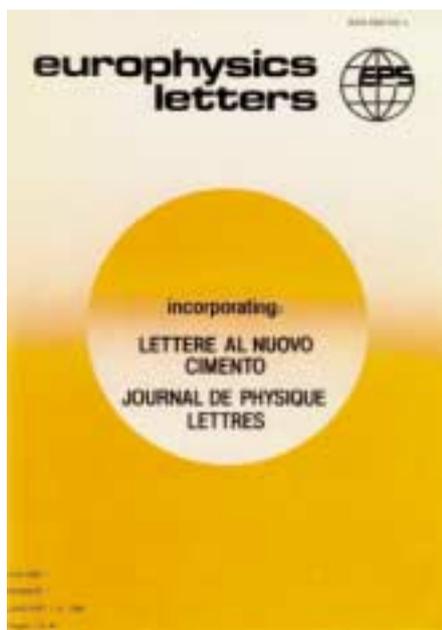
Em Março de 1983, o Conselho Directivo da SPF propõe-me que tome parte na reunião da Comissão de Publicações, em Copenhaga, onde decorria uma conferência sobre “Large Facilities in Physics”. Era presidente da SPF o Prof. Bragança Gil, secretário-geral o Prof. Farinha Martins, e secretário-adjunto para assuntos internacionais o Prof. Dias de Deus. Com grande eficácia, o Secretariado envia-me um dossier volumoso com os documentos recebidos da comissão de publicações ao longo dos anos, que procuro estudar com bastante cuidado. Haveria, no entanto, uma consequência da ida a Copenhaga que nada teve a ver com aquela preparação: foi um simples acaso, coisa que costuma interessar muita gente, até mesmo físicos.

Passeando por Copenhaga numa tarde de domingo, procurando lugares ou recantos que recordava de quase 25 anos antes, fui interpelado por um senhor que me pareceu falar um dinamarquês “estranho”. Eu também não teria entendido um dinamarquês perfeito e disse-lho, em inglês. Fiquei a saber que aquele senhor idoso (ou assim me pareceu na altura) não sabia como regressar ao hotel perto da praça central de Copenhaga, a Rådhus Pladsen. Sosseguei-o, pois isso sabia eu, e lá fomos andando e conversando, uma vez que eu ia para os mesmos lados. Era o Prof. Kai Siegbahn, prémio Nobel da Física de 1980, ao tempo presidente da União Internacional de Física Pura e Aplicada (IUPAP). Veio-me à ideia, na altura, uma disposição dos nossos Estatutos (art. 1º, alínea d): um dos fins da SPF é “estabelecer contacto com sociedades científicas, nacionais e estrangeiras, e filiar-se nas uniões internacionais da sua especialidade”. Entretanto o Prof. Siegbahn dizia-me que tinha esperança que a China ingressasse na IUPAP durante o seu mandato, mas que persistiam dificuldades. Encorajado, respondi que não o podia ajudar quanto à China mas que quase podia “garantir” uma outra adesão, bem mais fácil, até porque nós éramos muitos menos que os chineses. Sorriu, deu-me alguns conselhos e garantiu que o Secretário da IUPAP enviaria os documentos necessários. Houve depois, já em 1984, que obter a confirmação que o INIC seria responsável pelo pagamento da nossa quota (na altura 900 dólares) e a admissão de Portugal seria aprovada na 18ª Assembleia Geral da IUPAP (Trieste, em Outubro de 1984). Para completar a história: constou que nos anos 60 teria havido uma tentativa de admissão na IUPAP, inviabilizada

por razões políticas. A verdade é que em 1983 Portugal fazia já parte de 14 das 18 Uniões Internacionais então existentes; mas não da IUPAP! Mesmo depois de 1974 ninguém se lembrara de reparar aquela falta: nem a Academia, nem instituições como o INIC ou a JNICT, nem – valha a verdade – nós próprios. Mais tarde ou mais cedo isso seria corrigido, mas tenho gosto que tenha sido a SPF a tomar a iniciativa e agradeço aos caprichosos mecanismos do acaso.

Mas voltemos à reunião da Comissão de Publicações, em que pude participar activamente por ter feito o tal trabalho de casa (motivo de surpresa para alguns “veteranos”, como mais tarde me seria contado). Um tópico importante era o esperado lançamento da revista *Europhysics Letters* (ver Fig. 7), que se pretendia viesse a ter projecção comparável à conceituada publicação norte-americana *Physical Review Letters*. Estava sobre a mesa a quarta versão de um projecto de acordo que envolvia essencialmente:

- (i) as Sociedades de Física italiana e francesa, que deixariam de publicar *Lettere al Nuovo Cimento* e *Journal de Physique Lettres*, respectivamente;
- (ii) o Institute of Physics (IoP), que contribuía com 150 000 francos suíços e prometia tentar encaminhar para a nova revista algumas cartas que vinham sendo recebidas nos vários *Journal of Physics* (A-G);
- (iii) a EPS, que ao dar o nome e a orientação científica garantia para si, sem despesas, uma quota de 10 por cento.



Tinha havido tentativas de aliciar a North-Holland (*Physics Letters A e B*) e a Springer (*Zeitschrift fuer Physik*), mas sem sucesso.

A Comissão de Publicações era um mundo complexo, com representantes de todos os países membros, representantes

de todas as Divisões científicas e representantes dos editores membros associados da EPS (IoP, Taylor & Francis, North-Holland, Editions de Physique, Springer, etc). Uma vez mais, mal imaginava eu que me veria, ano e meio depois, escolhido para presidir a uma tal comissão! Na altura (1983) perguntei de imediato se a participação de outras sociedades em *Europhysics Letters* estava ainda em aberto. Foi-me respondido que sim, mas não fiquei muito convencido; e passámos a insistir, eu e outros, que era inaceitável excluir à partida outras participações num projecto que se pretendia europeu. A consulta às sociedades membros acabaria por ter lugar em 1984 e a SPF responderia que sim, com a quota mínima, 10 000 francos suíços, na época uns 700 contos. Como nós (embora por vezes com quotas maiores), responderam positivamente outras sete sociedades (contando como uma unidade o consórcio dos cinco países nórdicos). Ao fim e ao cabo, todos estes aderentes acabariam por ter um estatuto especial (“associate partners”) e as suas contribuições financeiras serviriam tão só de fundo de reserva, a que só se recorreria em caso de necessidade.

A verdade é que a SPF não tinha os 700 contos; tanto quanto me lembro, o saldo mais significativo, em finais de 1983, era o da *Portugaliae Physica*, cerca de 300 contos. Fizemos o que na altura era habitual: escrevemos à Fundação Gulbenkian, explicando claramente o que estava em jogo e pedindo uma contribuição. A Fundação surpreendeu-nos, concedendo a totalidade da verba em causa; ainda estou grato, e já passaram 15 anos! É que, em última análise, o Conselho Directivo tinha delegado em mim a decisão final...

Os experientes “peritos” das editoras previam que não seria necessário recorrer ao fundo de reserva. Mas enganaram-se: o número de assinaturas não cresceu com a rapidez antecipada, o afluxo de manuscritos de muito boa qualidade excedeu todas as previsões. Ao dilema entre “não respeitar os preços de assinatura anunciados” ou “rejeitar administrativamente alguns trabalhos de qualidade” foi respondido – a meu ver muito bem – que nem uma coisa nem outra: os fascículos cresceram... e o défice também; houve que recorrer ao fundo de reserva! E quando tudo fazia crer que o pacto social sofreria a alteração prevista desde o início, surge um dos sócios principais a propor que fossem aumentados os valores das quotas desses sócios, não respeitando os direitos dos “minoritários”. Estava-se no início de 1987, um ano após o lançamento da revista, e no verso da capa figuravam os proprietários (“owned by”) e os associados (“associate partners”). Talvez algum outro sócio da SPF se recorde da troca de palavras bem duras que tive com responsáveis da EPS, numa caminhada ao longo das margens do lago Como. Claro que não fui o único a protestar energicamente, mas competia-me fazê-lo, não só pela SPF mas também como presidente da Comissão de Publicações.

Na minha opinião, mais que a “manobra” de um dos sócios principais, era criticável que a EPS não tivesse condenado, com clareza e desde o início, aquela tentativa de... “apropriação”. Tudo acabaria em bem com a assinatura de um novo pacto social, em que a SPF foi representada pelo Secretário-Geral, que continuava a ser o Prof. Filipe Duarte Santos. A partir de 1988 passou a figurar no verso da capa apenas “owned by”, ainda que com um apreciável espaço em branco entre os “antigos” e os “novos”... A SPF passaria a participar nos lucros de publicação da *Europhysics Letters*.

Confesso que cheguei a hesitar se deveria ou não incluir esta pequena história relativa à *Europhysics Letters*. Uma nova leitura de um artigo de Edwin N. Shaw em *Europhysics News*, de Setembro de 1993 – um número alusivo aos 25 anos da EPS – mostrou-me que não se tratava afinal de um segredo numerado, ciosamente guardado em cofre suíço, na sede da EPS, em Genebra... Aquele desenlace foi importante, especialmente por estar em causa uma questão de princípio e, na minha opinião, a própria imagem da EPS. Mas o mais importante foi a evolução da nossa presença na EPS: em fins de 1986 o número de membros portugueses já excedia 50 e alguns físicos portugueses começavam a marcar presença em comissões consultivas (“Advisory Committees”), na direcção de divisões, no corpo editorial de revistas, etc.; mais tarde, na década de 90, essa presença verificar-se-ia, também, na própria Comissão Executiva da EPS. Sinto-me muito honrado por, outrora, ter trabalhado com as duas revistas “históricas” da nossa Física e foi decerto um prazer ter podido contribuir para estabelecer ou reforçar as relações internacionais da SPF.

* Departamento de Física, Universidade do Porto

jmaraujo@fc.up.pt

Notas

- [1] A “diluição” da *Portugaliae Physica*, conjuntamente com várias revistas conceituadas, numa nova publicação de âmbito europeu, sob a égide da EPS, constituirá um final feliz para uma história atribulada iniciada há quase 60 anos.
- [2] O nome de Jaime Xavier de Brito também foi lembrado na *Gazeta de Física*, em 1980 (vol. 3, nº 9), por ocasião do seu falecimento. Creio que o mesmo não se passou com M. Teles Antunes e A. Marques da Silva, talvez porque na altura não se publicasse nem a *Portugaliae Physica* nem a *Gazeta de Física*.

(Texto apresentado na Conferência Comemorativa dos 25 anos da SPF, em Novembro de 1999, na Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa)

Ciência grande para gente pequena

*Teresa Peña e Jorge Dias de Deus**

A ciência (mesmo a grande) tem de ser para todos, mas em especial para gente pequena. É tempo de vulgarizar o ensino da Física Moderna e não deixar que no secundário a Física pareça cristalizada nos séculos XVIII e XIX. Até porque o “Discovery Channel” está aí e a escola não pode perder a iniciativa.

Transformou-se numa banalidade, por se repetir tantas vezes, dizer que é o nível de educação de um país que determina o seu progresso. E, nestas coisas de progresso, a associação imediata é com as ciências (e as suas irmãs, as tecnologias). Assim a educação em ciências (a Matemática incluída) torna-se um assunto importante para (os fazedores de) a opinião pública. E, como sempre, o epicentro destas inquietações está nos Estados Unidos. Nos anos 50, em plena Guerra Fria, foi o lançamento do Sputnik pela então URSS que levou os Estados Unidos à angústia de estarem a perder uma batalha. “American Education: a National Failure”, o título de um livro da altura, tornou-se um “slogan”. Como os Americanos foram os primeiros a pôr o pé na Lua, o “boom” dos anos 60 criou novas âncoras que se foram, no entanto, erodindo ao longo da década seguinte. Nos anos 80, a era reaganiana empenhada na reconstrução do orgulho nacional e enraizada em postulados economicistas apercebe-se que a educação está a ficar aquém da economia, ou do que a economia precisa. Cria-se a Comissão Nacional de Excelência na Educação onde,



entre outros, se sentam representantes da Universidade de Yale e do Laboratório da Bell Telephones. Da Comissão sai o documento “A Nation at Risk”^[1]. A ideologia do documento é transparente em frases como “em qualquer grupo humano, de qualquer natureza étnica ou sócio-económica, existirão sempre pessoas com grande potencial intelectual, mas nenhuma dessas pessoas concretizará esse potencial se não lhe for dada a oportunidade de o fazer” ou “se uma potência estrangeira hostil tivesse tentado impor-nos o medíocre desempenho educacional existente, bem poderíamos ter visto isso como um acto de guerra”. Nos anos 90, o “spinning cicle” da economia, a pulverização e a volatilidade dos conhecimentos acentuam o atraso da educação (em ciências) relativamente ao ritmo económico. A escola começa a ser perigosamente desinteressante relativamente ao mundo fora dela. Paradoxalmente a ciência, tão visível em todo o quotidiano, declina nas escolas.

As classificações nos exames finais do secundário aprofundam, os cursos universitários de ciências esvaziam-se progressivamente de (bons) alunos, a classe média com os filhos no limiar da universidade enerva-se.

Em 1996 são tornados públicos os resultados do TIMSS^[2] – “Third International Mathematics and Science Study” – um estudo da Universidade de Boston sobre o desempenho em Matemática e Ciências dos níveis de ensino correspondentes ao 7º e 8º anos do nosso sistema, abrangendo 39 países no 7º ano e 41 países no 8º. A surpresa deste estudo foi que a educação que parece mais eficaz é a **mais tradicional e menos inovadora** em métodos e estratégias (como a diminuição do número de alunos por turma, a criação de “low tracks classes” ou turmas alternativas, a organização de trabalho de grupo ou individual tutoriado na aula^[3], etc.). É a vitória do esforço para a excelência individual dos países asiáticos sobre a “permissividade cultural” das democracias europeias. E também o sinal da riqueza da história intelectual da Europa Central: em Portugal tivemos de esperar quase dois séculos para termos qualquer coisa como as escolas públicas que a imperatriz Maria Theresia criou na Áustria, Hungria e República Checa actuais. No TIMSS, a Inglaterra o melhor que consegue é um sofrível 10º lugar nas ciências do 8º ano; os Estados Unidos voltam a ter razões para se preocuparem com a educação; Portugal fica-se entre o 35º e o 37º lugares, dependendo do ano e se se trata de Matemática ou Ciências.



A Sociedade Portuguesa de Física (com a de Matemática, as Associações de Professores de Português e de Biologia, e as Escolas Superiores de Educação de Lisboa e Setúbal) colaborou recentemente num projecto coordenado pelo Instituto de Inovação Educacional, em que participámos. O objectivo era o estudo comparativo dos programas do ensino básico e secundário para a língua materna, a Matemática e as ciências, em Portugal e mais três países da União Europeia (Inglaterra, Bélgica e Espanha). Não vamos entrar nos detalhes do relatório final que esse projecto gerou, deixando aqui apenas as pedras de toque do diagnóstico feito no caso das ciências em Portugal:

1 – O ensino das ciências começa demasiado tarde e acaba cedo.

“Closest to the genius is the child”, dizia C. Lanczos. A janela de oportunidade dos 3 aos 8 anos (para pôr estas crianças a fazer algumas descobertas, veja-se o livro – em português! – “Ciência a brincar”^[4]), período de curiosidade e imaginação naturais e das perguntas descontaminadas de ideias feitas, é totalmente desperdiçada no sistema português.

2 – A desagregação e dispersão por temas e disciplinas pulverizam a informação.

Exemplifique-se: os electrões e o calor estudam-se na Química, a corrente eléctrica e a temperatura na Física... Impede-se assim a afirmação da ciência como esquema geral de organização do conhecimento. Cria-se uma visão artificial de realidades estanques e parcelares que dificulta a resolução de problemas concretos.

3 – O ensino não treina a mão e o olho, não mecaniza para a acção.

Dá-se a ênfase ao laboratório-receita (à ideia burocrática de laboratório), longe das “open-end activities” dos ingleses. Os alunos são tratados mais como robots de peças articuladas e disco duro para registar (encher de) informação do que pessoas com cabeça (CPU que nenhum processador pode ainda imitar) e mãos. Os programas e



livros didácticos contêm abstracções estereis (por exemplo, celeridade versus velocidade) e não partem de uma base indutiva-intuitiva para a dedução (os ingleses nisso são exímios...).

O programa “Ciência Viva” do Ministério da Ciência e Tecnologia tem felizmente promovido projectos e eventos (o Forum Anual do programa) para lutar contra o espírito do ponto 3. Por outro lado, assiste-se também curiosamente ao interesse do sector privado (será isto bom ou mau?) nesse ponto. Empresas como a espanhola “Ciência Divertida”, a imiscuir-se já no ensino privado, propõem-se vender às escolas “kits” de ciência para as crianças aprenderem, brincando e explorando. Se esta tendência vai permanecer não sabemos, mas o interesse dos sites na Internet tipo “Science4kids”, a que se acede através de buscas com “keywords” como “Fun Science”, não fazem prever que a procura vá ignorar este tipo de oferta. Como conciliar o interesse público, acautelando, entre outras coisas, o princípio da igualdade de oportunidades para todos, com este (imparável?) crescimento da iniciativa privada no ensino das ciências? Este assunto daria por si só um artigo...

Estamos finalmente a perceber que a ciência (mesmo a grande) tem de ser para todos, em especial para gente pequena. Numa época onde, cada vez mais, a imagem é tudo, nunca as palavras que encontrámos há dias num “site” da Net^[5] (e que eram atribuídas a Einstein) soaram tão bem: “In the matter of Physics, the first lessons should contain nothing but what is experimental and interesting to see. A pretty experiment is in itself often more valuable than twenty formula extracted from our minds”.

Para evitar a sub-nutrição científica, o melhor prato de ciências que temos de tentar servir às crianças obtém-se com bom-senso, juntando à receita de Einstein:

- umas colheradas de treino na manipulação formal (cálculo e lógica);
- uma boa pitada do princípio da subordinação das contextualizações aos conteúdos científicos básicos e estáveis (não vale advertir contra os perigos do nuclear, do efeito de estufa, etc. demagógicamente, enterrando as crianças em palavras que não entendem: mais vale fazer com que interpretem gráficos, façam histogramas, inscrevam triângulos em circunferências, etc.);
- uns pós do uso de preconceções para construir concepções^[3] (deve-se abrir a porta de um frigorífico num dia quente em casa? etc.), mantendo-nos longe das intenções e relativismos construtivistas; ao destruímos preconceções podemos motivar o interesse.

Quanto ao ensino mais “avançado” (secundário, primeiro ano da universidade) o mesmo receituário serve, com as devidas adaptações de “dose”. O artigo seguinte exemplifica como de um assunto “trivial” se pode contar uma linda história... É tempo de vulgarizar o ensino da

Física Moderna e não deixar que no secundário a Física pareça cristalizada nos séculos XVIII e XIX. Até porque o “Discovery Channel” está aí e a escola não pode perder a iniciativa.

* Departamento de Física,
Instituto Superior Técnico, Lisboa
teresa@gtae3.ist.utl.pt e jdd@einstein.fisica.ist.utl.pt

Referências

- [1] “A Nation at Risk”, Report to the Nation and the Secretary of Education of the United States Department of Education by the National Commission on Excellence in Education, Abril 1983.
- [2] <http://timss.bc.edu/TIMSS1/Highlights.html>
- [3] W. Wayt Gibbs e Douglas Fox, “A false crisis in Science Education”, Scientific American, Outubro 1999 (<http://www.sciam.com/1999/1099issue/1099gibbs.html#author>)
- [4] Constança Providência, Helena Alberto e Carlos Fiolhais, “Ciência a Brincar”, Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física, 1999.
- [5] <http://spratt.physics.wis.edu/wop.htm>

(Grande parte deste texto foi apresentado por Maria Teresa Peña no Painel sobre o Ensino da Física na Conferência que celebrou os 25 anos da SPF, na Fundação Calouste Gulbenkian, em Novembro de 1999)





Criação e aniquilação de comboios e anti-comboios



Jorge Dias de Deus e Teresa Peña *

Temos para contar uma história que mostra que há sempre coisas novas a descobrir, inesperadamente, mesmo nos assuntos aparentemente mais simples. O nosso exemplo mostra como um assunto básico (muito básico) de Física Clássica pode abrir uma porta para se voar na direcção das coisas “difíceis”, as da Física Quântica, que se deixam na gaveta para reserva dos cursos “avançados”.

Este é um problema elementar – elementaríssimo – e nunca nos passou pela cabeça que pudesse ser interessante. Num teste de Mecânica, para alunos do 1º ano de Engenharia Física Tecnológica do IST um de nós (Jorge Dias de Deus) colocou o seguinte problema (repescado sabe-se lá de onde!):

– Um comboio tem de ir da estação A até à estação D. A distância entre elas é de U unidades de distância. O tempo levado a percorrer essa distância tem de ser, pelo horário, T unidades de tempo. A aceleração máxima do comboio é a e a desaceleração máxima é d . Pergunta-se: Qual é a velocidade mínima v de cruzeiro que o comboio deve ter para cumprir o horário?

Graficamente a resolução do problema é fácil de perceber (ver Fig. 1). Num gráfico de v em função do tempo t temos um trapézio. O coeficiente angular a do segmento da recta inicial controla a aceleração, o coeficiente angular $-d$ do segmento da recta final controla a desaceleração, a distância na base dá o tempo total T , a área do trapézio (integral de v ao longo de t) dá a distância U e naturalmente só há *uma* solução v : a altura do trapézio.

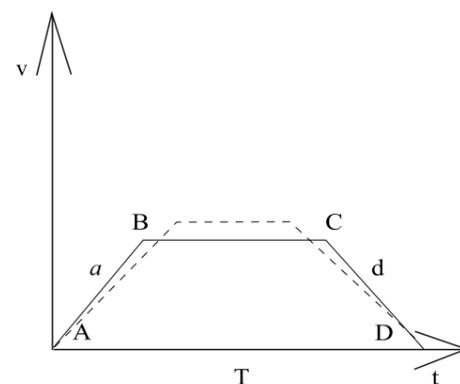


Fig. 1

Note-se que é possível atingir uma velocidade maior usando, por exemplo, uma aceleração menor durante mais tempo, desde que no fim se obtenha a mesma área (a mesma distância U). Ver o percurso a tracejado na Fig.1. A velocidade de cruzeiro mínima é, portanto, a que corresponde a usar o máximo de aceleração a (e o máximo de desaceleração d).

Para resolver matematicamente o problema temos as equações:

$$\begin{aligned} t_1 &= v/a \\ t_3 &= v/d \\ t_1 + t_2 + t_3 &= T \\ \frac{1}{2} at_1^2 + vt_2 + vt_3 - \frac{1}{2} dt_3^2 &= U \end{aligned} \quad (1)$$

São quatro equações a quatro incógnitas, t_1 , t_2 , t_3 e v , com $t_1 = t_{AB}$, $t_2 = t_{BC}$, $t_3 = t_{CD}$, pelo que podemos escrever t_2 em função de t_1 e t_3 para obter das três primeiras equações de cima

$$t_2 = T - \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d}\right)v \quad (2)$$

e, finalmente, a partir da quarta equação do sistema

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d}\right)v^2 - Tv + U = 0, \quad (3)$$

determinar

$$v = \frac{T \pm \sqrt{T^2 - 2\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d}\right)U}}{\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d}\right)}. \quad (4)$$

(Note-se a simetria entre os papéis de a e d). Há, portanto, duas soluções (a equação em v é quadrática!) que são ambas positivas. (Ver o apêndice para verificar que ambas as soluções de (4) são positivas.)

Os (bons) alunos – e o professor – resolveram o problema escolhendo a solução com o menor valor de v (escolheram o sinal menos na fórmula resolvente) com o argumento de que se pedia a velocidade mínima... No entanto, claro que a questão da velocidade mínima tinha, como vimos, só a ver com outra coisa: com o uso da aceleração máxima e a desaceleração máxima, na Eq. (4).

Um único aluno (mais que bom!) fez todas as contas certas até ao fim e depois concluiu: devo estar errado pois encontro duas soluções positivas para v e isso não faz sentido!

Em Física estamos habituados a deitar fora soluções imaginárias, complexas ou negativas quando se busca algo que se sabe ser real e positivo. Mas, aqui, as duas soluções são positivas! Por outro lado, olhando para o trapézio da Fig.1, desde que se use a aceleração máxima a e a desaceleração máxima d , “parece evidente” que só há *uma* solução (só há um trapézio com base T , coeficientes angulares a e d e área U).

Portanto, a questão do (mais que bom) aluno era mais do que pertinente. E obrigou o professor, que tem por obrigação suspeitar das primeiras “evidências”, a interromper a pachorrenta correcção dos testes e a buscar com paciência o sentido para a segunda solução da equação.

A partir das Eqs. (2) e (4) podemos escrever

$$t_2 = \pm \sqrt{T^2 - 2\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d}\right)U} \quad (5)$$

Das duas soluções v e v' (ambas positivas) da Eq. (4) a maior (v') corresponde à solução t_2' negativa de (5).



Isto é, para a segunda solução $v' > v$ da velocidade

$$t'_2 = -t_2 \tag{6}$$

e

$$t'_1 + t'_3 = T + t_2 \tag{7}$$

Portanto, a terceira equação do sistema (1) está satisfeita. Para perceber melhor a equação da área (quarta equação em (1)) que dá o espaço percorrido no caso da solução t'_2 negativa (ou v' , com $v' > v$), o mais simples é desenhar o gráfico (Fig. 2).

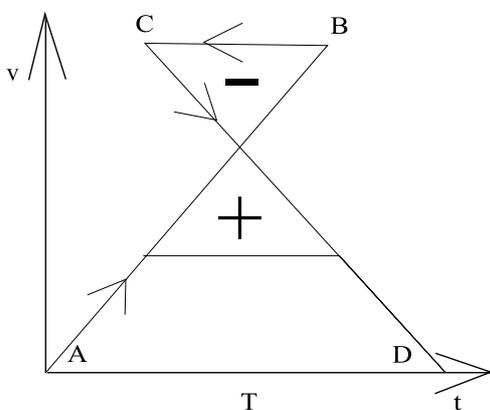


Fig. 2

A figura (com t'_2 negativo mas v' positivo!) corresponde ao mesmo deslocamento U do percurso original, pois os dois triângulos indicados têm áreas iguais e são percorridos em sentidos opostos. (Para calcular o integral correspondente ao avanço do comboio tem de se escolher um sentido para a circulação sobre a linha $v(t)$). A solução com t'_2 negativo é, do ponto de vista matemático, inteiramente legítima.

Na Física Clássica, no entanto, esta solução não tem sentido! Um comboio não pode andar para trás no tempo! A Física (Clássica) parece ter razões que a Matemática desconhece... Mas isso não é verdade na Física Quântica Relativista.

Curiosamente, este problema (tão simples, tão simples...) de haver duas soluções numa equação do segundo grau é o mesmo problema que levou Dirac à introdução das anti-partículas e Feynman à sua interpretação como partículas a mover-se para trás no tempo. As Figs. 1 e 2 são, de facto, diagramas de Feynman para... comboios e anti-comboios, como se estes fossem objectos quânticos! Mas então é apenas no contexto da Mecânica Quântica Relativista que as anti-partículas podem existir?

Ao passo que no trajecto da Fig. 1 tudo é normal, o comboio move-se para diante no tempo, com interações provocadas pelo condutor (acelerar, travar, etc.), no trajecto da Fig. 2 tudo é estranho (impossível?...). Neste caso a história conta-se da seguinte maneira: Em A um comboio inicia a viagem; em C, a partir do vácuo, há criação de um par comboio - anti-comboio; o anti-comboio encontra-se em B com o comboio que partiu de A e aniquilam-se (dando vácuo); e, entretanto, o comboio que vem de C chega a D. Como na Mecânica Quântica todos os objectos (comboios) são iguais, o comboio que chega a D é *igual* ao comboio que saiu de A.

Quando vamos esperar alguém ao comboio será que a pessoa que chegou veio pela trajectória da Fig. 1 ou, pelo contrário, pela trajectória da Fig. 2? Ninguém pode responder, porque o resultado final é o mesmo! Só que, no caso da Fig. 1, é a mesma pessoa que partiu, no caso da Fig. 2, é uma cópia exacta ("clone") dela própria. Qual é a diferença? Nenhuma?...

Aqui já estamos a tocar nos mistérios da Relatividade e da Mecânica Quântica, com a materialização de energia em matéria e anti-matéria (e vice-versa) e a indiscernibilidade dos objectos quânticos. As questões que se põem são as seguintes:

- 1— Por que é fácil produzir partículas e anti-partículas e não é fácil produzir comboios e anti-comboios?
- 2 — Por que são todos os electrões idênticos enquanto todos os comboios são diferentes?

Em relação à primeira questão, de facto os positrões existem (são tão reais que, com eles, se fazem "scannings"



do nosso cérebro!), mas nunca ninguém viu um anti-comboio. A justificação mais simples consiste em observar que uma flutuação (com violação da conservação) de energia do vácuo ΔE é tanto mais estável quanto menor for ΔE , devido à relação de incerteza, $\Delta E \Delta t = \text{constante}$. Ora, para gerar o par comboio (de massa M) e anti-comboio (de massa $\bar{M}=M$), é preciso um ΔE enormíssimo, $\Delta E \geq Mc^2 + \bar{M}c^2 = 2Mc^2$, o que torna a operação impossível. Além do mais, as interacções são entre partículas elementares e não directamente comboios. São estas as razões que a Física conhece e a Matemática desconhece. Em relação à segunda questão, e no seguimento da questão anterior, as partículas poderão ser todas idênticas, mas as combinações macroscópicas de electrões e quarks para produzir comboios e anti-comboios, envolvendo números da ordem de grandeza superior ao número de Avogadro, 10^{23} , conduzirão sempre, na prática, a comboios diferentes. Todas as bolas brancas podem ser idênticas, todas as bolas pretas podem ser idênticas, mas todas as sequências de bolas brancas e bolas pretas, tiradas de um saco sem fundo (os 10^{24} !), acabarão por ser diferentes. A razão da quebra de indiscernibilidade é uma consequência estatística observada em sistemas macroscópicos. O tamanho faz toda a diferença! Nesta divagação quântico-relativista poderíamos ainda discutir a interferência entre os diagramas das Figs. 1 e 2 e por aí fora... Para já fiquemo-nos com a dúvida sobre a pessoa que fomos esperar ao comboio: será ela própria ou o seu “clone”? E daí?

Apêndice

(As duas soluções da Eq. (4) são reais positivas)

Se o comboio transitar na viagem de A a D de um período t_1 de aceleração para um período t_3 de desaceleração, sem passar por um período de velocidade constante (ver Fig. 3), tem-se o sistema de equações

$$\begin{aligned} t_1 + t_3 &= T \\ at_1 &= dt_3 \end{aligned} \quad (8)$$

O caminho percorrido é então dado por

$$\frac{1}{2}at_1^2 + \frac{1}{2}dt_3^2 \geq U \quad (9)$$

O sistema de equações anterior implica que

$$\frac{1}{2}a \frac{d^2}{(a+d)^2} T^2 + \frac{1}{2}d \frac{a^2}{(a+d)^2} T^2 \geq U \quad (10)$$

o que se reescreve como

$$T^2 \geq 2 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{d} \right) U \quad (11)$$

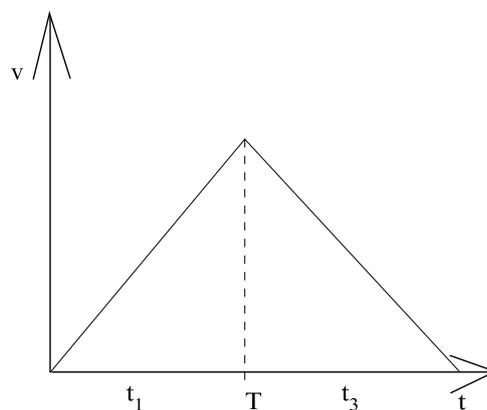


Fig. 3

*Departamento de Física,
Instituto Superior Técnico, Lisboa
jdd@einstein.fisica.ist.utl.pt e
teresa@gtae3.ist.utl.pt.

O futuro da Física

*José Dias Urbano**



A diminuição do número de estudantes de Física e a escassez de financiamentos começam a preocupar a comunidade dos físicos dos países industrializados, o que não deixa de constituir uma ironia amarga quando se pensa que o aumento da prosperidade desses países se deve, precisamente, à... Física. Mas não há razões para considerar que esta se encontra ameaçada, pois o mundo não acabou para a Física.

A comunidade dos físicos dos países industrializados começa a interrogar-se sobre o futuro da sua ciência, devido à diminuição do número de estudantes que frequentam os cursos de Física e ao aumento das dificuldades para financiar grandes projectos de investigação nesta área.

Há uma certa ironia nesta situação porque se alguém pretendesse atribuir a uma única ciência o extraordinário aumento da prosperidade daqueles países durante a segunda metade do presente século, a escolha teria forçosamente de recair sobre a Física. Parece pois que a Física começa a ser vítima do seu próprio sucesso, o que até certo ponto é verdade.

Pela confluência favorável de factores de vária ordem, a

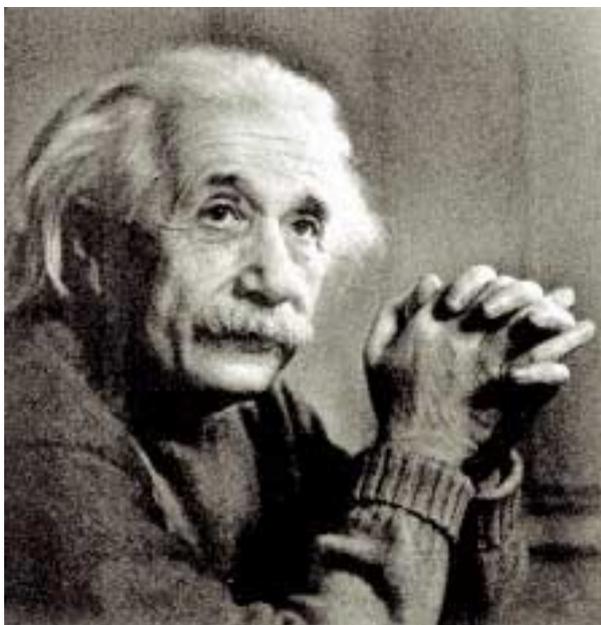
Física gozou durante cinco décadas consecutivas de condições verdadeiramente excepcionais para o seu desenvolvimento. Contudo essa confluência terminou com o fim da guerra-fria e dificilmente se repetirá. Justifica-se assim uma certa ansiedade quanto ao futuro desta ciência.

Entendemos, no entanto, que o futuro da Física não se encontra ameaçado pois há indícios de que estão reservados para esta ciência papeis que, embora diferentes daqueles que tão soberanamente desempenhou no século que agora finda, continuarão a possuir uma grande relevância científica e social, o que conduzirá necessariamente à revalorização da sua apreciação pública.

Favores públicos

O apreço público pela Física começou com o surpreendente sucesso mediático de Albert Einstein, como personificação da inteligência e da criatividade individuais. Três décadas depois, com a sua decisiva participação na vitória das forças aliadas na Segunda Guerra Mundial, os físicos surgiram aos olhos do mundo como símbolo do poder ilimitado da ciência organizada, em defesa dos valores da democracia. Os vencedores agradeceram e recompensaram-nos generosamente, proporcionando-lhes recursos financeiros praticamente ilimitados para os seus programas de investigação grandiosos.

Contudo, a contribuição decisiva dos físicos para a vitória das forças democráticas não foi a única razão dos favores especiais que a Física gozou junto da opinião pública e dos governos durante décadas consecutivas do século que agora finda. Há outras, como veremos, e tanto aquela como estas brotaram duma única criação científica excepcional, concretamente a formulação da Mecânica Quântica no intervalo entre as duas guerras mundiais, mais precisamente nos anos de 1925 e 1926.



A Mecânica Quântica

A Mecânica Quântica é uma teoria física que foi inventada para descrever o comportamento de sistemas atômicos, mas cujo âmbito de aplicação é muito mais geral. A sua formulação originou uma revolução científica da mesma amplitude e impacto daquela que eclodiu em virtude da descoberta do método científico moderno durante o século XVII.

Na verdade, após a descoberta em 1932 do neutrão, a partícula que faltava para completar a composição dos sistemas atômicos e nucleares, a Mecânica Quântica permitiu construir uma base comum para todas as ciências experimentais, tendo-se iniciado então um frenético e extremamente fecundo período de labor científico, para o qual ainda se não vislumbra o fim. As ciências clássicas foram revisitadas uma e uma, e todas elas renovadas com resultados surpreendentes. A ligação química foi compreendida pela primeira vez, assim como os fundamentos das propriedades mecânicas, eléctricas, magnéticas, ópticas e termodinâmicas das substâncias e dos materiais. Descobriram-se em sistemas banais propriedades físicas fascinantes cuja aplicação adquiriu enorme valor social e económico. Alargou-se imensamente a possibilidade de criar substâncias e materiais não existentes normalmente na natureza. Descobriu-se, à escala sub-nuclear, um mundo novo e completamente insuspeitado, que permitiu lançar uma nova luz sobre a constituição e evolução do universo, desde a sua origem. E criaram-se as novas ciências da informação, dos materiais e da vida.

As descobertas da física quântica alteraram profundamente os processos de criar, produzir, comunicar e comerciar; e modificaram também o papel que os humanos haviam reservado para si desde a criação do método científico. De observador activo do mundo que o rodeia, o homem passou a ser também um sistema físico como os demais, uma parte integrante dum universo de contornos ainda mal definidos, mas constituída da mesma forma, sujeita às mesmas forças e governada pelas mesmas leis que todas as outras partes. O próprio funcionamento da mente é hoje considerado um processo físico.

Esta nova concepção do homem alterou irreversivelmente o padrão das relações sociais, e pode revelar-se determinante para a sobrevivência de uma espécie que tem vindo a alterar o ambiente biológico onde se desenvolveu o seu património genético.

A Física e a prosperidade das nações

As aplicações tecnológicas da física quântica e das novas ciências de base quântica lançaram para a idade pós-industrial as sociedades que lideraram os processos da criação científica a partir do último quartel do século XIX, trazendo para os referidos países benefícios incalculáveis, associados a níveis de prosperidade nunca antes atingidos em tão larga escala. Uma das manifestações desta prosperidade foi o acesso generalizado dos jovens à formação terciária, do mesmo modo que a industrialização generalizou a formação secundária.

A Física apareceu intimamente associada a esta prosperidade e também à sua sustentabilidade. Em primeiro lugar como a ciência básica que fornece o método, a composição, as forças e as leis que permitiam prever os comportamentos dos sistemas físicos estudados por cada ciência experimental e aplicados em cada tecnologia. Em segundo lugar porque os seus sucessos espectaculares contribuíram para reforçar a actual cultura de esperança no poder ilimitado da ciência organizada em torno de objectivos de interesse comum. Esta atitude permite, em particular, esperar que se venham a vencer algumas doenças hoje incuráveis e que os países industrializados possam manter os actuais padrões de prosperidade quando se esgotarem as reservas de combustíveis fósseis. Finalmente, a Física era a ciência que garantia a segurança colectiva das sociedades desenvolvidas.

O fim do estado de graça

O fim da guerra-fria causou uma perturbação súbita e irreversível na apreciação pública e governamental do valor dos papéis que a Física vinha desempenhando. Devido aos novos meios de localização e comunicação, a segurança colectiva passou a depender muito mais da possibilidade de destruir forças e meios inimigos em qualquer pequeno local do mundo com “precisão cirúrgica” do que da capacidade de retaliar em larga escala com armas nucleares.

Com esta mudança de estratégia, recrudesciu o ataque da indústria petroquímica à alternativa energética nuclear, a qual já se encontrava numa fase de desinvestimento por causa da reacção pública aos acidentes em reactores nucleares de vários países. Como consequência, a simples palavra “nuclear” passou a ter uma conotação depreciativa, mesmo em aplicações médicas.

Concomitantemente, os políticos começaram a notar coisas que já eram evidentes, mas que passavam despercebidas na euforia geral. Uma delas foi que os físicos não tinham cumprido a promessa de fornecer quantidades ilimitadas de energia barata e absolutamente segura. A outra foi que se tinha deixado de verificar a regra mágica da reconstrução europeia, ou seja a existência duma relação linear entre os níveis de investimento em ciência e tecnologia, por um lado, e os de desenvolvimento económico e social, pelo outro.



Além disso, o extraordinário desenvolvimento da Física teve como consequência natural que começassem a rearar os problemas simples e interessantes, em particular aqueles de cuja solução se poderia esperar descobertas notáveis. Isto levou muitos dos jovens que tradicionalmente escolheriam a Física a procurar áreas de investigação mais estimulantes.

Outra consequência do extraordinário desenvolvimento da Física foi o desmesurado crescimento dos custos de cada peça de conhecimento novo nesta área, que começaram a atingir valores dificilmente suportáveis pelos orçamentos de países democráticos, cujos contribuintes se preocupam mais com a resolução dos problemas sociais e ambientais que os afligem do que com a procura de respostas para questões científicas cuja complexidade os transcende e cuja utilidade os ilude.

A conjugação de todos estes factores levou ao fim abrupto do estado de graça dos físicos junto dos governantes e da opinião pública, situação essa com que agora nos defrontamos.

A exclusão científica

Pode inferir-se do que ficou dito que a Física é uma ciência do passado? Julgamos que não! Pelo contrário, sendo a principal responsável pela invasão de todos os domínios de actividade pelas chamadas novas tecnologias, a Física encontra-se particularmente bem colocada para colaborar na procura de soluções para os problemas das

sociedades democráticas pós-industriais, entre os quais sobressai o da exclusão científica.

A idade pós-industrial caracteriza-se em particular pelo predomínio do conhecimento científico experimental sobre os outros factores de produção. Na sua forma mais evoluída, o conhecimento experimental é constituído por representações matemáticas da natureza, validadas pela experimentação. É, até ao momento, o único tipo de conhecimento que é simultaneamente acumulável e progressivo, o que prova o acerto do método que orienta os processos da sua aquisição. Na verdade, o conhecimento experimental mantém-se útil nos regimes de aplicação em que foi validado, mas encontra-se em progresso permanente, quer em precisão quer em generalização, numa dinâmica que é determinada tanto pela necessidade de corrigir desajustamentos entre previsões e medições como pela insaciável curiosidade humana.

Todavia, o conhecimento experimental é difícil de compreender, de adquirir e de aplicar, e estas dificuldades tendem a aumentar com o seu progresso. É de difícil compreensão porque só se pode exprimir em linguagem matemática recorrendo a conceitos cada vez mais distantes das nossas percepções correntes, que são representados por estruturas matemáticas crescentemente complexas e abstractas. É de difícil aquisição por causa dos custos crescentes dos meios humanos e materiais necessários à descoberta de novos factos relevantes. E é de difícil aplicação porque as dificuldades que se verificam na sua aquisição afligem igualmente a sua aplicação técnica que, em muitos casos, fica ao alcance apenas das empresas que possuem os meios necessários para o desenvolvimento e comercialização de produtos de base científica.

As dificuldades apontadas levam o cidadão comum a afastar-se do conhecimento experimental. Este fenómeno preocupa quem acredita nas virtudes democráticas porque a democracia impôs-se como regime político e social quando assumiu o ideário de proporcionar as mesmas oportunidades a todos os cidadãos. E embora esta promessa nunca tivesse sido integralmente cumprida, ela foi credibilizada pela possibilidade de o fazer, recorrendo aos benefícios da aplicação da ciência experimental. Contudo, na era do capitalismo global as decisões sobre as oportunidades e sobre a distribuição da riqueza estão progressivamente a transitar dos eleitos para as administrações das grandes empresas, cujo ideário de maximização dos lucros é difícil, senão mesmo impossível, de compatibilizar com o ideal democrático.

Ora a diminuição do poder dos eleitos é ajudada pelos próprios eleitores que, cativados pelo consumo e pelo prazer imediato, se indisponibilizam para os esforços intelectuais, usando a soberania democrática para se auto-excluírem da criação científica e da compreensão das tecnologias. Como consequência, acentuam-se as

desigualdades entre os cultos e os incultos, entre os activos e os passivos, e entre os pobres e os ricos, tanto entre as nações como entre os cidadãos. E não é fácil inverter esta tendência, porque são precisamente os que mais poderiam beneficiar da ciência que menos se apercebem da sua utilidade, deixando assim as mais-valias do conhecimento para benefício de apenas alguns.

A renovação do padrão educativo

A situação que descrevemos configura uma situação perigosa para o futuro dos valores democráticos. Tendo sido originada pela aplicação do conhecimento, essa situação só pode ser corrigida com mais conhecimento. E tendo resultando do aproveitamento das mais-valias do conhecimento experimental por minorias esclarecidas, tem de ser corrigida pela generalização do conhecimento experimental.

Conscientes deste facto, os cientistas passaram a desenvolver acções de mediatização da ciência, mas têm perdido na competição pela atenção das mentes, distraídas pelos profissionais dos conteúdos fáceis. Embora se deva insistir em acções desse tipo, elas só poderão ter o sucesso esperado quando se aliarem a uma renovação do padrão educativo que atribua à Física um estatuto semelhante ao da Matemática.

Quando a mensagem de Galileu e de Newton - de que a natureza só se deixa compreender em linguagem matemática - foi absorvida pelas elites dirigentes, a Matemática passou a fazer parte do núcleo curricular da educação dos jovens das sociedades industrializadas. Depois da criação da Mecânica Quântica, a Física passou a constituir a base de todas as ciências experimentais. Quando este facto for apreendido pelos dirigentes das democracias desenvolvidas, a Física passará a acompanhar a Matemática na educação básica dos jovens da sociedade pós-industrial.

O ensino da Matemática também lucrará com a renovação proposta, porque deixará de ser apresentada aos jovens como uma espécie de desporto intelectual que nem todos gostam de jogar, para passar a constituir a linguagem incontornável para se conhecerem e ao mundo que os rodeia.

A inclusão da Física a par da Matemática na formação geral dos jovens das sociedades desenvolvidas hodiernas constituirá assim uma das chaves para o estabelecimento de uma nova cultura científica que permitirá o uso esclarecido da soberania popular na era do conhecimento.

Multidisciplinaridade e questões em aberto

Mas, para além da renovação do padrão educativo, aos físicos estão também reservados papéis relevantes nas instituições e nas empresas. A sua formação no conhecimento dos processos elementares torna-os particularmente dotados para colaborar na identificação e resolu-

ção de problemas complexos que exigem o concurso de várias disciplinas, ou a utilização de aproximações transdisciplinares. Pelo menos uma das mais avançadas escolas de ciência e tecnologia de todo o mundo desenvolvido já começou a reagir a este desafio, incluindo doses igualmente importantes de matemática e de física no núcleo curricular comum de todos os seus cursos de licenciatura. Inclui também uma dose considerável de ciências sociais e humanas.

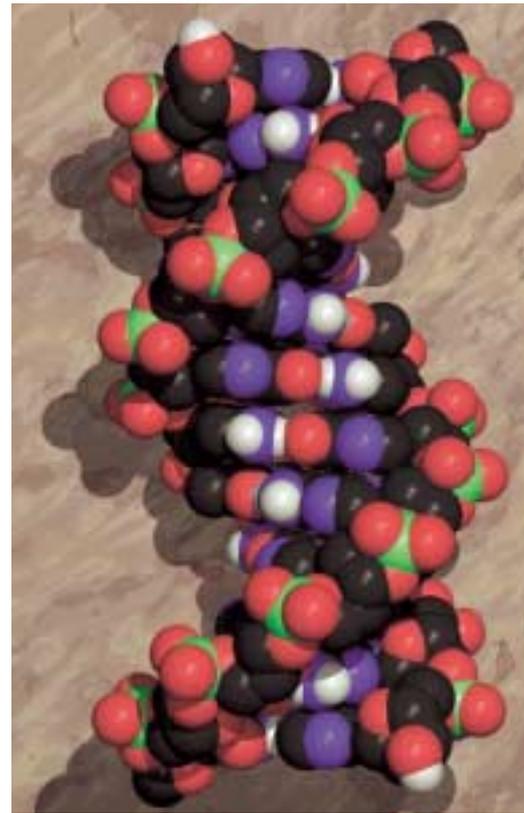
A inclusão das ciências sociais e humanas na formação dos cientistas e dos técnicos deve ser realçada por constituir um outro elemento-chave do padrão educativo da era do conhecimento. As razões são fáceis de

perceber, mas a sua exposição alongaria demasiadamente este texto.

Para além das referidas novas oportunidades educativas e profissionais, existem ainda em aberto muitas questões que os físicos devem continuar a investigar. A investigação poderá não envolver números tão elevados como no passado, mas não deve ser descontinuada enquanto se não obtiverem respostas adequadas. Não as mencionaremos até porque são bem conhecidas, mas há uma que merece destacada. Referimo-nos às circunstâncias em que os sistemas complexos adquirem a capacidade de se auto-reproduzirem. Nestas, como noutras questões, a familiaridade dos físicos com os métodos de simulação computacional poder-se-á revelar crucial para a utilidade da sua colaboração.

Conclusão

Como se vê, o mundo não acabou para a Física. É certo que se encerrou um período glorioso do seu desenvolvimento, que dificilmente se repetirá. Mas abriram-se novas perspectivas que só agora começam a ser exploradas.



*Departamento de Física na Universidade de Coimbra e Presidente da SPF
urbano@teor.fis.uc.pt

Carlos Matos Ferreira, físico e professor universitário

“O investigador português, sobretudo o experimentalista, é um herói!”

entrevistado por
Carlos Pessoa

gazeta@teor.fis.uc.pt

Apesar da escassez de recursos e de meios financeiros, a investigação em Física em Portugal é muito boa, o que faz dos investigadores “heróis”, considera Carlos Matos Ferreira, professor catedrático de Física do Instituto Superior Técnico e coordenador do painel de avaliação das unidades de investigação na área da Física, desde 1996, no âmbito do Ministério da Ciência e da Tecnologia. Considerando que a maior parte da investigação em Portugal se faz nas universidades, preconiza a existência de um Ministério da Ciência e Tecnologia que assegurasse também a tutela das universidades, porque isso “era mais fácil e mais integrador”. O actual modelo, afirma, está “desajustado” e obriga “a uma espécie de desdobramento de personalidade do professor-investigador”. Na entrevista que deu à “Gazeta”, é ainda de opinião que os físicos deviam fazer ouvir a sua voz de forma mais organizada e profissional junto das instâncias de decisão nacionais e internacionais.



Gazeta de Física — Esteve muitos anos ligado à Sociedade Portuguesa de Física (SPF), tendo contribuído bastante para a sua internacionalização, nomeadamente no reforço da ligação à Sociedade Europeia de Física (EPS). Tendo em conta a sua experiência nesse domínio, qual é o papel que as sociedades científicas devem ter em Portugal e na Europa?

Carlos Matos Ferreira — A SPF reúne os físicos portugueses ligados à investigação ou ao ensino, constituindo uma organização muito importante como forum de debate de ideias sobre a organização da investigação e do ensino, e também na estruturação de uma opinião que pode influenciar os governos e a administração pública quando estes encaram problemas

como o ensino da Física. Inicialmente, a SPF não tinha essa voz, mas foi adquirindo massa crítica e tem sido chamada frequentemente a participar junto do Ministério da Educação em reuniões de trabalho onde tem podido fazer ouvir a sua opinião sobre matérias curriculares, produzindo recomendações e análises, pareceres críticos, etc.

P. — Qual tem sido a capacidade de influência efectiva da SPF nessas instâncias?

R. — Não é só a voz da SPF que é ouvida, pois há outras associações que também são ouvidas. No entanto, penso que tem havido alguma influência da Sociedade e só o facto de ser chamada a pronunciar-se e de a sua opinião ser respeitada já é importante. Ao nível da investigação — e podemos falar disso mais tarde — o facto de ter sido convidado para coordenar o painel de avaliação teve muito a ver com o conhecimento que eu tinha da Física portuguesa através da SPF e das minhas relações internacionais. Nesse sentido, pode dizer-se que há também um reconhecimento da SPF como uma organização credível.

A SPF tem vindo a adquirir também um papel importante na área da formação de professores. Desde há muitos anos que o faz, organizando acções de formação ao longo dos anos. Mais recentemente, através de iniciativas no âmbito de programas governamentais, como o programa “Ciência Viva”, a SPF pôde candidatar-se a fundos para projectos educativos e de divulgação da Física e da ciência, dotando-se de recursos financeiros que não tinha. Esses projectos têm corrido bem e registado muito impacto, as avaliações são muito positivas e só é pena que não se consiga fazer mais ainda, quer junto dos jovens como dos professores, sobretudo porque são projectos muito experimentais que permitem aos jovens um contacto directo com a Física.

P. — E, no plano internacional, que peso podem ter organizações como a SPF junto das instâncias de decisão comunitárias?

R. — A EPS (European Physical Society) reúne cerca de 40 sociedades nacionais afiliadas de toda a Europa, representando cerca de 60 mil físicos europeus. É uma grande organização, com uma estrutura central e estruturada tecnicamente por especialidades que tratam dos problemas específicos dessas áreas. É a única neste sector e deveria fazer-se ouvir muito mais do que aquilo que consegue actualmente junto das instâncias de decisão europeias,

nomeadamente da Comissão Europeia. Isto não quer dizer que não seja ouvida, mas é-o de uma forma muito indirecta. Por exemplo: A EPS tem um papel importante junto da European Science Foundation na definição do que são as conferências europeias na área da Física, com um papel de conselheira na selecção de qualidade feita por essa fundação. No que respeita aos projectos de investigação e aos programas comunitários, já não tem conseguido funcionar como um “lobby” junto de Bruxelas. Isso exige um funcionamento profissional, ter escritórios permanentes, etc., mas as sociedades de Física são constituídas por físicos que têm as suas actividades nas universidades e laboratórios, não dispondo de meios para estarem constantemente junto de Bruxelas a pressionar. É pena, porque se olharmos para a Sociedade Alemã de Física, por exemplo, com mais de 20 mil físicos, ela é ouvida pelo governo alemão em tudo o que é a definição de políticas nesta área. Nos Estados Unidos, seria impensável que o governo tomasse decisões sem consultar a American Physical Society ou o American Institute of Physics, porque representam muitos sócios e têm poderes muito grandes. Na Europa, a EPS tem pouco poder e poucos meios financeiros para poder funcionar como uma estrutura de pressão. É ouvida pelas autoridades, com quem troca impressões e opiniões, a quem faz sugestões, mas depois são outras pressões que acabam por definir as políticas.

P. — Que hipóteses há de inverter essa situação?

R. — Só se a Comissão Europeia mudar de política... Há um documento que esteve recentemente em discussão pública e que se espera que seja aplicado no âmbito do VI Programa-Quadro, intitulado “Towards an European research area”, onde se apela à existência de uma área europeia de investigação com maior mobilidade e comunicação, potenciando sinergias que não é possível ter a nível estritamente nacional. Se, de facto, as recomendações deste documento fossem aplicadas no âmbito do programa-quadro seria muito interessante que a EPS tivesse um contributo importante na definição das políticas comunitárias de incentivo à investigação e ao desenvolvimento da Física, desde o papel dos laboratórios à mobilidade dos investigadores, passando pelas carreiras de investigação, o papel dos físicos na indústria, etc.

P. — Tem coordenado a avaliação da Física em Portugal. Qual é o seu balanço?

R. — Sim, tenho coordenado a avaliação das unidades de investigação da Física do Ministério da Ciência e

Tecnologia (MCT) desde 1996. O balanço geral é que a investigação em Física em Portugal é muito boa. Das unidades avaliadas, que são a maior parte das que existem, resulta que mais de metade são classificadas no topo, ou seja com “muito bom” ou “excelente”. Há depois um grupo de “bons” e uma caudazinha com problemas que se têm traduzido em classificações fracas.

O próprio painel de avaliação constatou que há uma qualidade na Física que é quase surpreendente tendo em conta os fracos recursos financeiros de que dispõe o país.

P. — Mas há pontos fracos?

R. — Nem tudo corre num mar de rosas, pois há problemas sérios que impedem as unidades de se desenvolverem e progredirem.

P. — E estão identificados?

R. — Estão identificados. Há problemas ao nível da organização e gestão da investigação, das carreiras dos professores-investigadores, dos apoios técnicos e administrativos e das infraestruturas. Em particular, há falta de infraestruturas em edifícios. Também há falta de apoio técnico para o trabalho experimental, o que faz do investigador português, sobretudo o experimentalista, um herói. Ele faz tudo!

Há investigadoras de muito boa qualidade, e, sobretudo, verifica-se a existência de uma nova geração de investigadores relativamente jovens cheios de fulgor, imaginação e vontade; são extremamente criativos. Eles estão confrontados com a falta de apoios, técnicos e administrativos, e com o facto de serem, por outro lado professores universitários com grandes cargas lectivas e administrativas na Universidade. Neste cenário, tudo o que se faz em investigação acaba por ser quase sempre heróico – foi o termo que o painel de investigação utilizou para definir a situação relativamente às áreas experimentais. Surpreende que haja uma investigação experimental de tão boa qualidade dadas as carências ao longo de tantos anos, porque poderia ser-se levado a concluir que a investigação, nessas circunstâncias, se refugiaria na teoria.

Há também problemas ao nível de organização. Como as unidades avaliadas são todas universitárias, sofrem dos problemas administrativos e de gestão das universidades. Têm uma gestão pouco eficiente, existe a dicotomia entre investigação e ensino, com tutelas diferentes, com uma hierarquia de comando – no essencial a da universidade – que não é necessariamente a da competência. Além disso, obviamente que os recursos financeiros são relativamente escassos, apesar dos esforços desenvolvidos pelo MCT.



P. — Essas medidas são suficientes?

R. — Há problemas estruturais que não podem ser resolvidos através das fontes de financiamento. Vamos precisar com certeza de um novo programa de infra-estruturas — aliás, já foi anunciado pelo ministro Mariano Gago — que sucederá ao programa Ciência, já com 10 anos. Os equipamentos estão velhos e obsoletos, precisam de ser renovados e isso só se conseguirá através de investimentos muito grandes mas indispensáveis, que não poderão obviamente ser supridos através dos programas plurianuais ou dos projectos de investigação. É necessário dizer que as percentagens de financiamento dos projectos avaliados, antes através do “Praxis” e agora através do “Sapiens”, é na ordem dos 25 por cento. E houve projectos na área da Física, classificados pelos painéis de avaliação, no âmbito do “Sapiens”, como “muito bons”, que não tiveram financiamento. Pode dizer-se que isto também acontece noutros países, mas não deixa de significar que há muito potencial que não está a ser devidamente explorado.

P. — E, no que diz respeito aos recursos humanos, qual é a avaliação efectuada?

R. — Essa é outra das dificuldades existentes. Há problemas no que diz respeito à renovação do “staff” das unidades de investigação. O país tem, felizmente, muitos doutorados, mas não há maneira de os recrutar. Isso só pode ser feito através de meios muito precários, como bolsas de investigação ou de pós-doutoramento, temporárias, que dificultam muito o crescimento das unidades. Quem gosta de fazer investigação aceita ficar assim durante alguns anos, mas é complicado.

P. — O que significa que o sistema está todo bloqueado...

R. — Está todo bloqueado, porque, na generalidade, as universidades têm os lugares preenchidos. Por outro lado, como o número de alunos não está a aumentar e o financiamento das universidades é baseado no número de alunos, estamos confrontados com uma situação em que não se pode contratar ninguém e a renovação dos quadros é feita muito lentamente, o que pode levar a um envelhecimento do “staff” de investigadores. Se não se tomarem medidas urgentes, o momento que se atingiu até agora pode perder-se.

P. — Até que ponto a tutela bicéfala de todo este universo, com dois ministérios em presença, dificulta as respostas urgentes exigidas pela situação que referiu?

R. — Discordo que o Ministério da Ciência esteja separado do ministério que tutela as universidades. A tutela das universidades está diluída no Ministério da Educação, que é um gigante com toda a massa dos ensinos, desde o pré-primário até ao universitário e um orçamento de mais de mil milhões de contos. As universidades pesam muito pouco ali. Além disso, e muito legitimamente, o actual ministro e o próprio ministério têm outras preocupações, o que leva a que a reforma das universidades esteja muito atrasada. Como uma grande parte da investigação em Portugal se faz nas universidades, eu preferia ter um ministério da ciência e tecnologia que assegurasse também o governo das universidades. Era mais fácil e mais integrador.

O actual modelo é desajustado e leva a uma espécie de desdobração de personalidade do professor-investigador. Por um lado é professor e está inserido nos órgãos académicos departamentais que asseguram o ensino, recebe um ordenado através do Ministério da Educação e tem de viver todos os problemas orçamentais da universidade que são bem conhecidos. Por outro lado, por imperativos de carreira, tem de ser investigador para poder ser promovido. Ou seja, tem de ser produtivo dentro de outro ministério que lhe vai dando o apoio plurianual, que lhe permite concorrer a projectos, embora com dificuldade de sucesso, etc. Uma parte do tempo é professor, discute problemas departamentais e de ensino, mestrados, licenciaturas, etc. e, no tempo vago, vai para a sua unidade, sob outra tutela completamente diferente, fazer investigação. Para agravar as coisas, a gestão universitária é, por tradição, mais baseada na componente de ensino do que na de investigação, o que está mal. É um modelo de gestão que tem de ser revisto, mas não se sabe quando é que isso vai acontecer. Dentro dos estatutos actuais ainda há um espaço de alteração e pode ir-se bastante mais longe, mas era importante que, a um nível legislativo mais amplo, houvesse alterações ao decreto de gestão.

Física em Portugal

Novos programas do 10º ano

Sobre os novos programas do 10º ano, a “Gazeta” ouviu a Drª Helena Caldeira, professora do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e responsável pela componente de Física daqueles programas (ver <http://www.des.min-edu.pt>).

Gazeta de Física – Quais são as principais modificações que agora surgem nos programas de Física do 10º ano, tanto nos conteúdos como nas práticas lectivas?

Helena Caldeira – As principais modificações incidem mais sobre aspectos metodológicos do que propriamente nos conteúdos físicos. Como referi no texto de apresentação da proposta de programa, a escolha dos assuntos e as decisões tomadas sobre a sua articulação nos 10º, 11º e 12º anos foram condicionadas pelo pouco tempo disponível para o trabalho inicial de reestruturação do programa (10º ano). Perante a opção de propor um programa totalmente novo, mais concordante com a sensibilidade da equipa, mas sem a imprescindível avaliação em sala de aula, ou de, com base numa reflexão pessoal profunda sobre a experiência adquirida na aplicação dos programas existentes, propomos algumas alterações (de conteúdos e de metodologias) de modo a tornar a proposta exequível e mais actualizada, decidimo-nos pela segunda alternativa.

Assim, propõe-se que os processos de ensino/aprendizagem sejam muito mais centrados no aluno, apelando-se para a realização de actividades diversificadas que contemplem diferentes estilos de aprendizagem e que possam desenvolver capacidades e competências. Além da obrigatoriedade de aulas laboratoriais, considero também de salientar a avaliação: pretende-se que seja permanente, realizada no contexto natural das actividades a desenvolver

pelos alunos, devido ao seu papel fundamental de regulação, pois permite ao aluno conhecer o ritmo das suas aprendizagens e ao professor conhecer melhor os seus alunos e tomar decisões sobre a eficácia e melhoria das metodologias utilizadas.

P. – A introdução aos programas, comum a Física e a Química, acentua as ideias de CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. Pensa que os professores estão preparados para conseguir concretizar esse objectivo dos programas? Fala até na necessidade de “questionar o estatuto e os propósitos do conhecimento científico”, adoptando uma atitude “meta-científica”. Como é que esta visão filosófico-sociológica se concretiza nos conteúdos dos programas de Física?

R. – Repare que a proposta de programa que apresentámos para discussão apresenta uma abordagem CTS muito simplificada, justamente porque pensamos que muitos professores não se encontram preparados para enfrentar o desafio de um ensino CTS mais profundo. Perguntará, com certeza, por que é que, assim sendo, optámos por esta perspectiva. Um programa não deve ser algo de estático e muito menos “eterno”. Reestruturar o anterior sem acompanhar minimamente as tendências gerais, que têm claro fundamento numa sociedade como a actual – em que a Ciência e a Tecnologia desempenham um papel dominante –, não me parecia correcto. Reconheço, obviamente, que é imprescindível a formação e actualização dos professores tanto no que diz respeito a aspectos didácticos como ao seu conhecimento de e sobre a Ciência. Tenho vindo a insistir junto das entidades competentes para que esta formação não deixe de ser feita (e, a propósito, também, para que se acabem urgentemente com as conhecidas “perversões” do Programa FOCO). Se tal vier a ser feito e se, no futuro, esta abordagem for ainda reconhecida como relevante e útil, teremos professores mais motivados e melhor preparados para a concretizar.

De qualquer modo, penso que quaisquer que venham a ser as metodologias a utilizar, é necessário que os professores de Ciências tenham cada vez mais conhecimentos sobre a Ciência e é importante que tomem consciência deste facto.

Nova classificação das unidades de investigação

Um painel de avaliação nomeado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, dirigido pelo Dr. Carlos Matos Ferreira, do Departamento de Física do Instituto Superior Técnico (ver entrevista neste número), divulgou as conclusões da segunda avaliação nacional das unidades de investigação em Física.

O quadro que a seguir publicamos indica os resultados registados (entre parêntesis está a classificação anterior):

- Centro de Estudos de Materiais por Difracção de Raios X da FCTUC – Excelente (Bom).
- Centro de Física das Interações Fundamentais do IST-UTL – Excelente (Excelente).
- Centro de Física da Matéria Condensada da UL – Excelente (Muito Bom).
- Centro de Física dos Plasmas do IST-UTL – Excelente (Excelente).
- Centro de Física de Semicondutores, Camadas, Optoelectrónica e Sistemas Desordenados da UA – Excelente (Excelente).
- Centro de Fusão Nuclear do IST-UTL – Excelente (Excelente).
- Laboratório de Investigação em Partículas, Coimbra – Excelente (Excelente).
- Laboratório de Investigação em Partículas, Lisboa – Excelente (Excelente).
- Núcleo do IFIMUT-Pólo do IMAT do Porto na UP – Excelente (Excelente).
- Centro de Astrofísica da Universidade do Porto – Muito Bom (Muito Bom).
- Centro de Física Atómica da UL – Muito Bom (Bom).
- Centro de Física e Investigação Tecnológica da FCTUNL – Muito Bom (Bom).
- Centro de Física Nuclear, Processamento e Caracterização de Novos Ma-

teriais da UL – Muito Bom (Excelente).

– Centro de Instrumentação da FCTUC – Muito Bom (Excelente).

– Centro Multidisciplinar de Astrofísica IST-UTL – Muito Bom (Excelente).

– Centro de Ciências e Tecnologias Ópticas da FCUP – Bom (Bom).

– Centro de Física da FCUP – Bom (Bom).

– Grupo Física Nuclear e Óptica Aplicadas da FCTUC – Bom (Bom).

– Centro de Física Molecular do IST-UTL – Regular (Regular).

– Centro de Electrodinâmica do IST-UTL – Regular (Regular).

Alguns (poucos) centros de Física não foram avaliados por terem o processo da sua avaliação diferido no tempo.

No resumo de todo o processo de avaliação (incluindo não apenas o painel da Física mas também 20 outros), assinado pelo coordenador-geral do processo de avaliação, Dr. Manuel Heitor, do IST – UTL, surgem algumas recomendações específicas, nomeadamente:

“ – Há uma deficiente articulação entre o ensino e a investigação e é necessário valorizar as actividades de investigação na estrutura e organização das universidades.

– As estruturas de apoio das unidades são insuficientes, pelo que é necessário o alargamento do pessoal técnico e administrativo de apoio.

– Há um envelhecimento dos quadros de pessoal docente, o que requer a adopção de políticas de rejuvenescimento.

– É necessário promover a cooperação de base científica e a mobilidade nacional e estrangeira, um objectivo que pode ser atingido pela limitação da contratação pelas universidades dos seus próprios alunos de pós-graduação.

– É preciso actualizar e reforçar os equipamentos existentes, apoiar as bibliotecas científicas e melhorar o acesso à Internet.

– É importante promover a actividade científica em rede e estreitar a cooperação inter-institucional, pelo que é de apoiar o desenvolvimento de infra-estruturas nacionais de investigação.

– É necessário criar mais programas temáticos de investigação de natureza interdisciplinar.

– As universidades devem pôr em prática medidas coerentes de protecção das propriedades intelectual, através da criação de gabinetes próprios.”

“Workshop” em Évora

Realizou-se entre 13 e 16 de Setembro passado em Évora um “workshop” sobre “Propriedades electrónicas e magnéticas de materiais de baixa dimensão”

Alguns dos tópicos cobertos foram os seguintes: metais moleculares: dos condutores aos magnetes; transição de Mott; condutividade óptica em isoladores 1D de Mott; simetria e sistemas electrónicos correlacionados com graus de liberdade orbitais; instabilidades de

fermiões em redes 2D, polímeros condutores e semicondutores, comportamento de Kondo de dois canais em metais e o problema do desfasagem electrónica; transições de primeira ordem em sistemas magnéticos; compostos com magnetoresistência colossal; e fios e tiras de electrões condutores e isoladores em óxidos metálicos. Mais informações em <http://www.fc.up.pt/fis/proj302> ou contactar Miguel Araújo (mana@evunix.uevora.pt).



Novo mestrado

A 2ª edição do Mestrado Inter-Universitário em Física da Matéria Condensada (Teórica e Computacional) realiza-se em Coimbra. Estão abertas as inscrições até 22/9. Ver <http://teor.fis.uc.pt>.



Observatório do ESO no Cerro Paranal (Chile)

Entrada de Portugal no ESO

No dia 26 de Junho foi assinado em Garching, perto de Munique (Alemanha), o protocolo de adesão de Portugal ao ESO, “European Southern Observatory”. Assinaram pelo governo português o ministro da Ciência e Tecnologia, José Mariano Gago, e pelo ESO a sua directora, Catherine Césarski. A iniciativa corresponde a um processo de filiação de Portugal nos organismos científicos internacionais como o Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN), o EMBL, Laboratório Europeu de Radiação do Sincrotrão e a Agência Espacial Europeia (ESA). O ESO, do qual fazem também parte a Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Itália, Holanda, Suíça e Suécia, além do telescópio de La Silla, no Chile, está a desenvolver o projecto do “Very Large Telescope”, no Cerro Paranal, também no Chile, que será um dos maiores telescópios do mundo. No ESO já trabalham alguns astrónomos portugueses, como João Alves, que tem estudado “maternidades” de estrelas. Em Abril passado, e a propósito da entrada de Portugal na ESO, realizou-se no Museu de Ciências de Lisboa o workshop “Portugal – ESO - VLT”.

Forum de cientistas em Faro

Está a ser organizado o “II Fórum-Encontro de Cientistas Portugueses no Estrangeiro” que terá lugar de 7 a 10 de Abril de 2001, em Faro, na Universidade do Algarve.

A reunião é dirigida principalmente aos jovens cientistas portugueses e jovens luso-descendentes (licenciados e finalistas), assim como a cientistas estrangeiros interessados pela ciência portuguesa. Esperam-se contribuições na Física e nas áreas da Matemática, Engenharia Electrotécnica e Ciências de Computadores, Ciências da Vida e Ciências Humanas e do Comportamento.

O critério de selecção dos participantes será a qualidade científica dos resumos das apresentações (3 páginas a enviar antes de 30/10/2000) e não ter mais de 35 anos.

O encontro começará com as palestras “From the first second of the universe to life”, pelo astrofísico francês Hubert Reeves, e “How the brain creates mind”, pelo médico português residente nos EUA António Damásio. Da Comissão Científica fazem parte os físicos Jorge Dias de Deus (Lisboa), Carlos Fiolhais (Coimbra) e Alexandre Quintanilha (Porto). Da Comissão Organizadora fazem parte os físicos Maria Conceição Abreu (Faro) e Manuel Paiva (Universidade Livre de Bruxelas).

Para mais informações ver <http://www.ualg.pt/forum/>.

Cosmologia em Lisboa e Cascais

Teve lugar de 12 a 15 de Julho passado no Instituto Superior Técnico, o encontro “Cosmology 2000”, que teve os seguintes oradores convidados: Edmund Bertschinger (Massachusetts Institute of Technology, MIT), Nemanja Kaloper (Stanford University), George Smoot (Lawrence Berkeley Laboratory) e Michael Turner (University of Chicago e Fermilab).

Os principais tópicos cobertos foram inflação, energia negra, radiação de fundo de microondas, estrutura de larga escala e cosmologia de cordas e teoria M.

O encontro (ver <http://www.ist.utl.pt/conferencias/>), que teve o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, do Centro Multidisciplinar de Astrofísica, do Grupo Teórico de Altas Energias e do Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa, foi organizado pelos Drs. Maria Conceição Bento, Orfeu Bertolami, Alfredo Barbosa Henriques e Luís Teodoro (do IST).

Teve igualmente lugar em Cascais de 26 de Junho a 7 de Julho o “NATO Advanced Study Institute 2000” sobre “Desenvolvimentos recentes em Física de Partículas e Cosmologia” (ver <http://cfif.ist.utl.pt/~nato2000/>). Os tópicos abordados foram MSSM, SUSY, GUTS e SUGRA, Big Bang e Cosmologia Inflacionária, massas dos férmions e misturas, transições de fase no universo primitivo, física de neutrinos, física dos Bs, assimetrias de bárions e léptons e super-cordas e teoria M, e matéria escura e formação de estruturas. Entre os conferencistas estiveram Andrei Linde e Gustavo Castelo-Branco (que também é co-organizador).

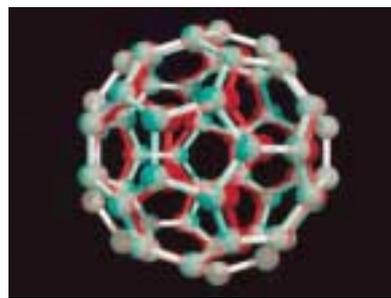


Computação no Porto

Realizou-se no Porto de 21 a 23 de Junho o encontro multidisciplinar “VecPar 2000” sobre processamento vectorial e paralelo. Tratou-se do 4º encontro de uma série que vai ganhando tradição. Foi presidente da comissão organizadora o Dr. Augusto de Sousa, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Espectroscopia em Coimbra

O 25º Encontro Europeu de Espectroscopia Molecular, EUCMOS XXV, realizado em Coimbra de 27 de Agosto a 1 de Setembro, constituiu um fórum de discussão sobre todos os aspectos da espectroscopia molecular e suas aplicações. Foram discutidos métodos espectroscópicos assim como métodos teóricos e computacionais que forneçam informação sobre a estrutura, dinâmica, processos e propriedades de moléculas ou seus agregados.



Futeboleno

Do programa científico fez parte uma conferência do Prémio Nobel da Química de 1996 e descobridor da molécula C60, “Sir” Harold Kroto, da Universidade de Sussex (Reino Unido). Entre os vários cientistas convidados, refira-se o físico Augusto Moutinho, da Universidade Nova de Lisboa.

O encontro foi organizado pelo Dr. Rui Fausto, do Departamento de Química da Universidade de Coimbra. Para mais informações ver http://www.qui.uc.pt/~rfausto/eucmos_xxv.

Novo Ministro da Cultura estudou Físico-Químicas

Tal como a “Gazeta” referiu no seu último número (“Físicos fora da Física”) alguns licenciados em Física são mais conhecidos por actividades fora da Física. A partir de agora, há que juntar mais um nome à lista então divulgada: o novo ministro da Cultura português. O novo ministro da Cultura, José Sampaio, estudou Ciências Físico-Químicas na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, embora se tenha dedicado depois às artes do espectáculo,

em particular a dança. Acrescente-se ainda que o escritor e ensaísta Alexandre Pinheiro Torres, já falecido, estudou Ciências Físico-Químicas na Universidade do Porto e que a poetisa Adília Lopes frequentou o curso de Física na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Novos projectos "Sapiens"

Foi anunciada a atribuição de novos projectos no quadro do programa "Sapiens", que substitui o "Praxis". Segundo a Fundação para a Ciência e Tecnologia, só cerca de um quarto dos projectos submetidos foram financiados, o que revela níveis de aprovação semelhantes aos que existem noutros países da União Europeia. O próximo concurso realiza-se no final de 2000.

Colóquio sobre "Tempos e Imagens"

Em 20 de Outubro vai realizar-se no Museu da Física da Universidade de Coimbra, um colóquio sobre "Tempos e Imagens", organizado pelo Dr. Armando Policarpo e pela Dr. Conceição Ruivo. Destacam-se, no domínio da Física, as conferências de Jorge Dias de Deus sobre "Os primeiros micro-segundos do universo", de Gaspar Barreira com o título "Física de partículas em Terra, debaixo da Terra e no espaço", e de Luís Bernardo sobre "Óptica: imagens e realidade". A participação no encontro é gratuita mas limitada. Para mais informações contactar maria@teor.fis.uc.pt ou consultar <http://www.fis.uc.pt/museu>.

Novo número da "Revista de Educação"

Editada pelo Departamento de Educação da Universidade de Lisboa e dirigida por João Pedro da Ponte, saiu o nº 2 do vol. VIII (1999) da "Revista de Educação". Este número apresenta uma selecção de comunicações ao 2º simpósio organizado por aquele departamento, incluindo o artigo "O Ensino /Aprendizagem de Tópicos de Electricidade (8º ano) numa perspectiva de mudança conceptual", de Fernanda Vasconcelos e Nilza Costa, que se relaciona com outro publicado pelas mesmas autoras na "Gazeta de Física" (ver volume 22, fasc. 3, Julho-Setembro 1999).



Questões de Física

Nova questão:

"A utilização de telemóveis tem perigos para a saúde, devido a emissões de radiação?"

(de um leigo, utilizador frequente de telemóveis)

Relembremos a questão colocada no número anterior por um aluno de Engenharia Informática:

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

A resposta à questão, que terá sido inspirada por Júlio Verne, é a seguinte:

Considere-se que "duas voltas em redor da Terra" são contadas em relação a um referen-

cial fixo em relação ao Sol. Se o avião dá duas voltas à Terra em 24 horas, no sentido em que ele descreve, aproximadamente, a distância de $2(2\pi R_T)$ em que R_T é o raio da Terra em 24 horas (desprezando a altitude em relação ao raio da Terra) ele retorna ao ponto em que partiu, uma vez que nesse intervalo de tempo a Terra executa uma volta completa sobre si mesma. É claro que, nessa altura, o tempo local será exactamente o indicado pelo relógio do piloto, que viajou a velocidades muito menores que a da luz. Este resultado é independente do sentido em que o avião viaja. Se a distância for contada relativamente ao referencial da Terra as conclusões são as mesmas: o tempo decorrido é o mesmo. Há, evidentemente, uma desadequação entre o tempo indicado pelo relógio do piloto e os tempos locais correspondentes aos fusos horários que ele vai atravessando.

No entanto, quando chega ao ponto de partida, o tempo local e tempo indicado pelo seu relógio são os mesmos. Quando atravessa a linha de mudança de dia (menos ou mais 24 horas, consoante a viagem se faça no mesmo sentido ou no sentido contrário ao do movimento da Terra), são compensadas essas dife-



renças entre o tempo local e o tempo indicado pelo relógio do piloto, de tal forma que, ao chegar ao ponto de partida, o seu relógio marca o tempo local.

Vê-se facilmente que tem de ser assim: o relógio do piloto está sincronizado com os relógios do local de partida e não é pelo facto de ele viajar (a uma velocidade muito menor do que a velocidade da luz no vácuo) que eles ficam dessincronizados, pelo menos de uma forma detectável por um relógio normal.

Pedro Alberto
Departamento de Física
da Universidade de Coimbra
pedro@teor.fis.uc.pt

Física no Mundo

Uma aparente violação da Segunda Lei da Termodinâmica

O leitor já certamente observou o arrefecimento de um fluido (água, por exemplo) dentro de um recipiente. Mas já se interrogou como e por que é que o líquido arrefece? Decerto dirá, correctamente, que o arrefecimento ocorre por perda de calor através da superfície livre do fluido e das paredes do recipiente. A perda de calor através das paredes processa-se, principalmente, por radiação (em geral, infravermelha) e também por condução no ar circundante e convecção (correntes de ar quente). Estas perdas podem ser bastante atenuadas se as paredes forem constituídas por material isolador (como acontece nas garrafas termos). Nessas circunstâncias, restam as perdas através da superfície livre – mas como é transportado para lá o calor? Um importante mecanismo é a difusão, gerada por gradientes de temperatura. Igualmente importante é a formação de correntes de convecção dentro do fluido, as quais levam fluido mais quente (e, portanto, menos denso, isto é, mais leve) para a superfície, com simultânea descida de fluido mais frio (e, portanto, mais denso) da superfície para baixo. O mesmo acontece com bolhas de ar quente, no interior do fluido, que se libertam do fundo e transportam calor para a superfície. São estas bolhas que o leitor observa quando o líquido está a ferver – nessas circunstâncias, a tensão de vapor dentro da bolha iguala a pressão do fluido e a pressão adicional do ar dentro da bolha fá-la aumentar enormemente de volume, originando o característico fenómeno tumultuoso da ebulição. Tudo isto é bem conhecido e, em geral, estes dois mecanismos são os mais eficientes para o processo de arrefecimento. Mas ao leitor não terá escapado a importância do campo gravítico na génese desta convecção. É graças à gravidade que o fluido mais

quente sobe, o mais frio desce e as bolhas migram para a superfície. Então, leitor, como arrefece um líquido a bordo da Mir, em órbita à volta da Terra? Se o leitor for um dos astronautas a força da gravidade é compensada pela força centrífuga e, para si, não existe peso, como já se tornou tão comum observar.

A experiência foi efectuada numa das últimas missões desta estação espacial. Não se utilizou água, mas sim um fluido (hexafluoreto de enxofre) com uma temperatura crítica bastante acessível (45° C). O leitor recordará que a distinção entre as fases líquida e de vapor de um fluido desaparece num ponto muito particular do diagrama pressão-temperatura. É o chamado ponto crítico (designando-se por críticas as respectivas temperatura e pressão) e nesse ponto é enorme (realmente, diverge) a compressibilidade do sistema. O resultado da experiência foi, à primeira vista, surpreendente – começando com um fluido encerrado num recipiente, em equilíbrio térmico, observou-se que um ligeiro aquecimento da superfície do recipiente originava um enorme aquecimento do ar no interior das bolhas, como se calor fluísse espontaneamente das paredes (mais frias) para as bolhas (mais quentes), em evidente violação do Segundo Princípio da Termodinâmica. O que se passava neste sistema? Há um terceiro mecanismo para arrefecer um fluido – calor é transportado, por condução, das paredes do recipiente para o interior do fluido, originando uma ligeira dilatação térmica do fluido, a qual produz uma compressão das bolhas, daí resultando o seu aquecimento (por conversão do trabalho de compressão em calor). Ora, estando o fluido à temperatura crítica, a variação de volume das bolhas foi enorme (por ser muito grande a compressibilidade), o que gerou um grande aumento da temperatura das bolhas. Nas nossas circunstâncias quotidianas, este mecanismo (designado por efeito pistão) é muito menos eficaz que os outros atrás referidos – mas estando a



Estação espacial Mir.

convexão inibida na Mir, a compressão da bolha foi muito mais rápida do que o processo de remoção de calor por difusão. A surpresa inicial foi logo dissipada quando um físico calculou como devia variar a temperatura da bolha se não houvesse gravidade – o cálculo revelou-se em total acordo com a experiência. É claro (e a experiência mostrou-o) que o aquecimento das bolhas é um fenómeno transitório e que, passado tempo suficiente, o equilíbrio térmico volta a ser garantido. Mas as condições pouco habituais da experiência originaram uma situação de não-equilíbrio pouco usual e que durou alguns minutos, para surpresa dos próprios especialistas.

Se o leitor está interessado em mais pormenores desta curiosa experiência leia o artigo “Backward heat flow bends the law a bit”, vol. 288, p. 789 da “Science”, de 5/5/2000, bem como as referências aí citadas.

Eduardo Lage
Departamento de Física da Universidade do Porto
eslage@fc.up.pt

Medido melhor valor da constante gravitacional...

No encontro da American Physical Society (APS) em Long Beach (Califórnia), no passado mês de Abril, o físico Jens Gundlach, da Universidade de Washington (Seattle, Estados Unidos), anunciou uma medida de alta precisão da constante gravitacional, G . Apesar dessa constante, introduzida por Newton no século XVII, ser fundamental em Física, tem sido relativamente difícil de medir dada a pouca intensidade da força gravítica. O grupo de Washington reduziu a incerteza no valor de G de uma ordem de grandeza. O seu valor preliminar é $G = 6,7390 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}/\text{s}^2$ com uma incerteza de 0,0014%. Combinando este novo valor de G com medidas feitas com o satélite Lageos (que usa posicionamento por laser de modo a registar a sua posição com uma precisão da ordem do milímetro) pode calcular-se uma massa nova, de alta precisão para a Terra: $5,97223 (+/- 0,00008) \times 10^{24} \text{ kg}$. Do mesmo modo, a massa do Sol fica

$1,98843 (+/- 0,00003) \times 10^{30} \text{ kg}$. O aparelho de Gundlach é parecido com a balança de torsão de Cavendish de há dois séculos: um pêndulo é obrigado a mover-se sob a influência de algumas massas. Mas, na nova experiência, as incertezas nas medidas são muito reduzidas devido a um mecanismo de “feedback” que faz mover as massas, diminuindo assim o movimento do pêndulo (ver <http://www.aps.org/meet/APR00/baps/vpr/layp11-03.html> e figuras em <http://www.aip.org/physnews/graphics>.)

... E a gravidade à escala sub milimétrica

A gravidade tem sido de há muito estudada para distâncias planetárias mas é muito difícil medi-la à escala terrestre, onde há campos eléctricos e magnéticos várias ordens de grandeza mais intensos do que os campos gravitacionais. No entanto, Eric Adelberger e os seus colegas, da Universidade de Washington, numa experiência diferente da de Gundlach, conseguiram medir a força da gravidade para distâncias tão pequenas como 150 microns, usando um pêndulo com a forma de um disco suspenso cuidadosamente por cima de outro e colocando uma membrana de cobre esticada entre eles para isolar força eléctrica. Adelberger apresentou também o seu trabalho no encontro da APS, numa sessão sobre gravidade a pequenas distâncias, um assunto que subitamente atraiu enorme interesse teórico e experimental devido a um novo modelo que supõe a existência de dimensões espaciais extra nas quais a força da gravidade pode actuar, mas não outras forças. Segundo Nima Arkani-Hamed, a gravidade é tão fraca precisamente por essa razão: “dilui-se” nas dimensões adicionais. Por outras palavras, as partículas normais estão “agarradas” ao nosso espaço-tempo convencional, ao passo que os gravitões são livres de se moverem para dimensões invisíveis. Uma implicação

deste modelo, testável com experiências pequenas como as de Adelberger, é que a força gravitacional pode desviar-se da lei do inverso do quadrado da distância para pequenas distâncias. Adelberger não observou um tal desvio para distâncias abaixo de algumas décimas de milímetro, pelo que vai explorar distâncias ainda menores. Para uma lista de experiências em curso, ver <http://gravity.phys.psu.edu/mog/mog15/node12.html>.

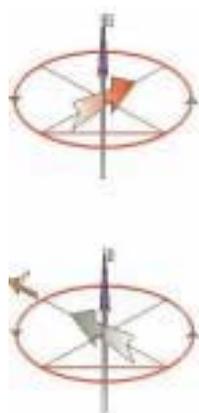
Uma outra implicação interessante do modelo introduzido há dois anos por Arkani-Hamed (e outros; ver “preprint” hep-th 9803315) é que a unificação das quatro forças conhecidas não tem necessariamente de ocorrer a energias de 10^{19} GeV mas sim possivelmente a energias de 10^4 GeV , uma escala de energias ao alcance do “Large Hadron Collider” em construção no CERN. As dimensões extra poderiam, por exemplo, manifestar-se em colisões próton-próton na forma de um aparente desaparecimento de energia, implicando que alguma energia da colisão fosse convertida em gravitões que desaparecem nas dimensões escondidas. Os gravitões produzidos desta maneira podem voltar ao nosso espaço tridimensional e decair em dois fotões. Os físicos já procuraram este tipo de acontecimento. Gregory Landsberg, da Universidade Brown (EUA), anunciou que na experiência D0, no Fermilab, foram observados alguns acontecimentos energéticos de dois fotões (incluindo um no qual a energia dos dois fotões chegou a 574 GeV, que foi a maior massa composta jamais vista naquela experiência). No entanto, essas observações não foram suficientemente frequentes para constituírem uma evidência para dimensões escondidas. De facto, a escassez de acontecimentos foi traduzida num limite inferior de 1300 GeV para a energia a que a unificação das forças poderá ter lugar.



Experiência de Gundlach

Campos magnéticos dentro de supercondutores

Campos magnéticos no interior de supercondutores foram medidos com elevada resolução espacial usando muões de baixa energia. Tal como escuteiros que vão à frente para explorar um terreno, muões (que são, essencialmente, electrões pesados) são enviados para dentro de um material onde existem campos magnéticos. Quando os muões (que actuam como pequenos magnetes, de início todos orientados na mesma direcção) entram na amostra, os campos magnéticos interiores obrigam o eixo magnético dos muões a rodar (precessar) de uma certa forma. Na altura em que os muões finalmente decaem (ver figura), uma das partículas-filhas, o positrão, transporta para os detectores informação sobre o campo magnético local da amostra. Todo este processo chamado Rotação de Spin do Muão (Muon Spin Rotation, μ SR), foi já usado com muões a energias relativamente elevadas (vários MeV), fornecendo “mapas” magnéticos com resoluções de décimas de milímetro. Mas, agora, investigadores da Universidade de Birmingham (Reino Unido) e do Instituto de Paul Scherrer (Suíça) usaram muões com uma energia muito mais baixa (10 eV – 30 keV) tendo obtido uma melhoria no mapa magnético até uma resolução de dezenas de nanómetros. Assim, podem agora ser medidos campos magnéticos em amostras de filmes finos de supercondutores a alta temperatura. Esses



Esquema da emissão de positrões por muões

filmes são importantes em micro-circuitos SQUID (e.g., magnetómetros) e filtros em estações de base para telefones móveis (Ver Jackson et al., *Physical Review Letters*, 22 / Maio / 2000).

Lasers do tamanho de microns

Lasers extremamente pequenos podem ser feitos a partir de produtos químicos, solventes, um prato quente e vasos de vidro, dispensando grandes instalações para nanofabrico. Hui Cao e colegas na Universidade Northwestern (EUA), construíram um laser cujo meio activo consistia de um pó desordenado de partículas de zinco. Conseguiram diminuir o tamanho do laser de pó (ver figura) para um micron e operar o dispositivo à temperatura ambiente. O comprimento de onda do laser é 380 nm (Cao et al., *Applied Physics Letters*, 22 / Maio / 2000).



Pó para laser

Partículas magnéticas em rotação livre

Partículas magnéticas num material nanocomposto podem originar um novo tipo de transformador. Os transformadores, que convertem a corrente eléctrica de uma tensão para outra, estão presentes em todos os níveis das redes de distribuição eléctrica. Feitos normalmente de metal (núcleos de ferro com enrolamento de cobre), os transformadores perdem energia devido a correntes de remoinho. Um trabalho realizado por Ron Ziolo e Javier Tejada da Universidade de

Barcelona (Xerox Lab., Espanha) poderá mitigar este problema ao criar pequenos transformadores que não sofrem os efeitos de correntes de remoinho. Aqueles físicos desenvolveram um material composto constituído por partículas de óxido de ferro com 5 a 10 nm alojadas numa matriz polimérica. Quando é ligado um campo magnético as partículas libertam-se o suficiente para terem algum espaço de manobra na sua vizinhança imediata. Apesar de não se moverem na matriz, são livres para rodar e precessar alinhando com os campos. Este material nanocomposto consiste em minúsculas partículas magnéticas dispersas num sólido polimérico, leve e isolador. Além de constituir um transformador sem perdas, os nanomagnetes poderão funcionar como interruptores-miniatura ou sensores em materiais inteligentes, ou como uma forma de blindagem para microondas. Também se espera que o material revele novas propriedades acústicas, térmicas e ópticas (Tejada et al., *Journal of Applied Physics*, 1 / Junho / 2000).

Genes e medicamentos em bolhas activadas por ultra-sons

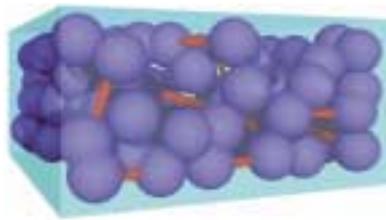
Num encontro da Acoustical Society of America, Evan Unger, da Universidade de Arizona e ImaRx Therapeutics, em Tucson (Estados Unidos), apresentou novos usos de agentes de contraste de ultra-sons que são formados por bolhas do tamanho de microns injectadas no fluxo sanguíneo para efeitos médicos. Usadas tradicionalmente para aumentar a nitidez de imagens de ultra-sons do coração, uma vez que reflectem bem o som, as bolhas podem agora dissolver coágulos de sangue e conduzir genes e medicamentos a certos alvos do corpo. Introduzindo microbolhas nos vasos sanguíneos de coelhos e apontando-lhes ultra-sons, Unger e seus colegas dissolveram um coágulo de sangue, fazendo as bolhas aparecer naquele local e desfazer em pedacinhos o

coágulo. Além disso, a equipa de Unger também ligou de várias maneiras genes e medicamentos às microbolhas. Introduzindo bolhas contendo genes num animal e dirigindo ultrasons ao seu coração, os investigadores observaram quantidades significativas no coração de CAT-15, a proteína expressa no gene. Na terapia genética tradicional, o gene é fornecido por um vírus modificado, que pode por vezes causar reacções alérgicas. Mas as microbolhas activadas por ultra-sons podem fornecer uma alternativa segura e efectiva, uma vez que a aplicação de ultra-sons mesmo sem as bolhas parece em muitos casos aumentar a introdução de genes e drogas em células. Mesmo sem usar bolhas, Unger mostrou que os ultra-sons permitiam que a interleuquina-12, uma substância supressora de tumores, fosse 10 - 1000 vezes mais assimilada em ratos. Unger especulou que as microbolhas poderão ser usadas em exames de coração humanos primeiro para detectar a placa, depois para a dissolver se ela existir. Apesar de prometedoras, estas aplicações requerem mais investigação e desenvolvimento.

Deutério metálico

Físicos do laboratório de Livermore (Estados Unidos) obtiveram a melhor evidência até agora de que o deutério é metálico a pressões de 50 GPa e a temperaturas de cerca de 8000 K. Estas condições estão próximas das que se supõem existir no interior de Júpiter. A experiência em causa usou o poderoso laser Nova para empurrar um pistão que, por sua vez, originou uma onda de choque e pressões elevadas numa amostra de deutério líquido. A pressões tão baixas como 20 GPa o deutério revelou tanto um aumento de compressibilidade (significando que as moléculas D_2 estão a ser desmembradas e comprimidas umas contra as outras; ver figura) como um aumento da reflectância (um sinal do comportamento metálico é que a amostra

reflecte em vez de absorver ou transmitir luz) com o aumento de pressão. A transição isolador-metal é contínua e, em qualquer altura, o líquido pode ser uma mistura de átomos de deutério, íões de deutério e electrões livres, e mesmo alguns dímeros (moléculas de dois átomos), trimeros, tetrámeros, etc. Trabalhos anteriores com hidrogénio metálico sugeriram que o núcleo metálico de Júpiter é maior do que se julgava. O novo trabalho com deutério sugere também que, em virtude do processo contínuo de metalização, pode não existir uma fronteira nítida entre o núcleo metálico e o invólucro exterior molecular (Celliers et al., Physical Review Letters, 12 / Junho / 2000).



Esquema de deutério comprimido

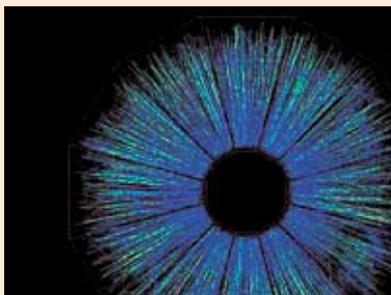
Isótopos não têm que ser radioactivos

De facto, os isótopos não têm de ser radioactivos para serem usados como traçadores em medicina e estudos ambientais. Daniel Murnick, da Universidade Rutgers (EUA), descreveu recentemente num encontro de Física Atómica, Molecular e Óptica como os avanços da espectroscopia óptica estão a transformar isótopos estáveis numa ferramenta médica útil e barata. Por exemplo, conduziram a um teste mais rápido e económico (já aprovado oficialmente) de respiração para infecções gastrointestinais criadas pela Helicobactéria pylori, uma bactéria que causa úlceras duodenais e outras doenças. No teste, um paciente engole uma pequena dose de uma ureia de compostos orgânicos, traçado com o isótopo carbono - 13. Se existirem aquelas bactérias, elas decompõem a ureia em

amónia e dióxido de carbono contendo C-13. Um pouco depois, técnicos recolheram a respiração exalada pelo paciente, que contém tanto C-13 como o isótopo mais comum C-12. As amostras de respiração são colocadas numa célula pequena contendo um par de eléctrodos com correntes eléctricas que fluem entre eles. São depois iluminadas com "laser de isótopo", uma fonte de luz sintonizada para uma transição energética num isótopo específico. Mas devido ao efeito optogalvânico o próprio isótopo responde à luz e passa a um outro estado de energia devido à condutividade entre os eléctrodos. Monitorizando as mudanças de corrente enquanto se excitam alternadamente C-13 e C-12 com diferentes lasers de isótopos, os investigadores detectaram razões C-13/C-12 anormalmente altas revelando a presença das bactérias. Murnick explicou como esta técnica pode também ser usada para monitorizar o CO_2 atmosférico, presente em concentrações 300 vezes menores do que na respiração humana.

Mini-Terra criada no laboratório

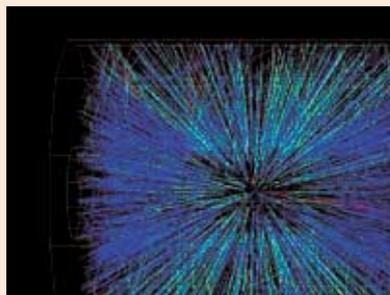
Os físicos reproduziram pela primeira vez no laboratório o mecanismo de dínamo de fluidos que produz o campo magnético terrestre. As correntes eléctricas produzidas pela circulação de ferro fundido e níquel que rodeiam o núcleo da Terra devem criar o campo magnético terrestre. Físicos lituanos e alemães mediram campos magnéticos produzidos em metais líquidos numa instalação especial em Riga, na Lituânia. Os campos correspondem à previsão da teoria de dínamos de fluidos (Physical Review Letters 84, 4365)



Primeiras imagens de colisões no RHIC

Primeiras colisões no RHIC

Num desenvolvimento há muito esperado, o Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) de Brookhaven (Estados Unidos), produziu as suas primeiras colisões em 12 de Junho quando investigadores registaram a colisão de iões de ouro (com uma energia de 30 GeV por nucleão) uns com os outros para gerar um fogo de artifício de cerca 1000 traços de partículas num padrão simétrico (ver figuras). Com quatro detectores avançados (BRAHMS, PHENIX, PHOBOS, e STAR), o RHIC visa produzir e estudar o plasma de quarks e glúões, uma sopa hipotética de quarks isolados e glúões



que se acredita ter existido no primeiro milionésimo de segundo depois do Big Bang. Depois, à medida que o universo se expandiu e arrefeceu, os quarks juntaram-se em grupos de dois e três muito difíceis de desmembrar (mesões e bariões, respectivamente) por estarem unidos por glúões. Com o objectivo eventual de atingir 100 GeV por nucleão em cada um dos dois feixes de iões pesados, as colisões do RHIC podem produzir temperaturas e densidades dezenas de milhares de vezes maiores do que as que existem no centro das estrelas. Além de criar o plasma, outros objectivos das colisões de iões a altas energias são fazer o que

deve ser a primeira medida bem definida da contribuição dos glúões para o spin dos prótons. Os físicos procuram também violações de simetrias tão fundamentais como P (paridade) e CP (carga-paridade) associadas até agora à força nuclear forte; a não-conservação de P e de CP só surgiu associada até agora à força nuclear fraca. Um dos primeiros encontros para discussão dos resultados do RHIC será a conferência “Quark Matter 2001”, em Long Island, Nova Iorque (EUA), em Janeiro de 2001.

As experiências do RHIC criaram controvérsia nalguns média que referiram a possibilidade de reacções descontroladas e destruidoras. Esses piores receios não se confirmaram...

(Comunicado de imprensa de Brookhaven em <http://www.pubaf.bnl.gov/pr/bnlpr060800.html>; ver Physics Today, Outubro / 1999.)

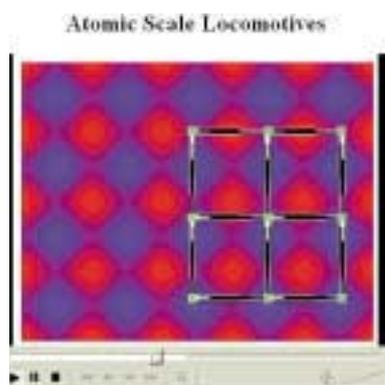
Locomotivas à escala atómica

A miniaturização produziu já vários exemplos de rotores com o tamanho do nanómetro, assim como rodas dentadas e engrenagens, mas ainda não nanomáquinas a vapor... Mas, para mover matérias primas numa plataforma em futuras nanofábricas são necessárias nanolocomotivas!

Cientistas na Universidade de Tel Aviv em Israel (dirigidos por Markus Porto) propuseram um modo de fazer isso. No seu esquema, a base de transporte consiste numa superfície corrugada, litograficamente preparada, algo com a forma de uma embalagem de ovos (à escala microscópica já que, a olho nu, a superfície parece lisa). O motor, na sua forma mais simples, consiste em três pequenos agregados de átomos metálicos ligados por duas “molas”. Cada mola é uma molécula fotocromó-

fora, uma molécula cujo comprimento pode ser expandido ou contraído incidindo luz. Assim, para fazer andar a máquina, a luz laser é disparada de cima e a molécula expande-se. E uma partícula metálica move-se de uma depressão na superfície. Correlacionando os impulsos de luz, a máquina

pode ser movida na superfície como uma minhoca (ver o filme em www.aip.org/physnews/graphics). A carga pode consistir, por exemplo, de cadeias inactivas de moléculas ou outros materiais atómicos acoplados à locomotiva e transportados para onde for necessário (Porto et al., Physical Review Letters, 26 / Junho / 2000).



Esquema da locomotiva atómica

Projecto do Genoma Humano

A próxima fase do projecto do genoma humano requererá o desenvolvimento de poderosos métodos de análise de dados para ajustar sequências genéticas com traços herdados, mutações e susceptibilidades a doenças específicas. “Estes desafios”, afirmou Francis Collins, director do National Human Genome Research Institute, em

Bethesda, EUA, “estão em muitos casos mais próximos do mundo das ciências físicas e de engenharia do que da biologia clássica”. De facto, pesquisando o arquivo das Physics News Update (www.aip.org/physnews/update) aparece 31 vezes “DNA”, assim como 4 vezes “genoma”. As notícias principais incluem uma conferência de imprensa da APS apresentando contribuições baseadas na Física para melhorar o método de sequenciação do DNA conhecido por electroforese de gel; os primeiros filmes de processos importantes como replicação do DNA; e a emergência de chips de DNA para analisar fragmentos genéticos em situações desde cenas de crime até diagnóstico de doenças. Uma busca semelhante em “genoma” no Online Journal Publishing Service (<http://ojps.aip.org/pibin/search?>), que está ligado aos jornais da AIP, relativa aos últimos seis meses, deu as seguintes entradas: Nilsson and Snode (Physical Review Letters, 3/ Jan / 2000) discutem limiares de erro para “quase-espécies” em “paisagens de adequação” que modelam a evolução; Bornholdt e Rohlf (Physical Review Letters, 26 / Jun / 2000) descrevem a evolução topológica de redes dinâmicas como genes, redes neuronais, teias de alimentação e relações entre espécies; Viera (Physical Review E, Nov / 1999) escreve sobre propriedades estatísticas de 13 genomas microbiais completos; e Tanida (Optics Letters, 1 / Dec / 1999) descreve técnicas de computação óptica usadas para realizar alinhamentos de cordas na análise de genoma.

Há água em Marte?

Ravinas marcianas, talvez de há apenas alguns milhares de anos ou mesmo mais recentes, foram fotografadas pela Mars Global Surveyor, em órbita de Marte. Evidência de acção antiga de água na superfície marciana tinha sido notada antes, mas o poder de resolução superior da Global Surveyor mostra que o relevo cortado pela água se situa em

velhas formações rochosas. A presença de fluxos de água recentes, e não antigos, entrará decerto em discussões sobre a existência hipotética e a natureza de vida marciana (comunicado de imprensa da NASA, 22 / Jun / 2000; e Science, 29 / Jun / 2000.) Entretanto, a densidade de pequenos cristais de água num meteorito de Marte encontrado na Antárctica (uma rocha perdida por Marte há talvez 3 milhões de anos) indica que Marte pode ter um reservatório de água subterrâneo duas ou três vezes maior do que se pensava (Laurie Leshin, Geophysical Research Letters, 15 / Jul / 2000).



Vencida a barreira da velocidade da luz?

Surgiram notícias de que uma experiência detectou velocidades superiores à da luz. Segundo o jornal “Times”, de Londres (edição de 5 de Junho passado), impulsos de luz viajaram a velocidade 300 vezes superior à constante c através de uma câmara com célio gasoso especialmente preparado, estando os resultados já publicados na “Nature”. O trabalho foi realizado por Lijun Wang, dos Laboratórios da NEC, em Princeton (EUA). Velocidades apenas 25 por cento superiores à da luz foram também obtidas eventualmente com microondas por um grupo do

Italian National Research Council. Os problemas com o princípio da causalidade estão a ser discutidos...

Como produzir anamorfoses

Imagens anamórficas são aquelas em que a imagem pintada de um objecto foi distorcida de tal modo que o objecto só é reconhecível visto obliquamente ou num certo espelho curvo. Quem já tenha visitado a National Gallery, em Londres, pode ter visto a pintura de Hans Holbein “The Ambassadors”, na qual uma forma estranha no fundo da tela é vista como um crânio segundo um certo ângulo. As imagens anamórficas estiveram em moda no Renascimento, tendo Leonardo da Vinci e Dürer ensaiado essa técnica como parte dos seus estudos da perspectiva. Uma inovação do século XVIII consistiu em criar anamorfoses de pinturas de artistas famosos. Um livro do século XVII de Jean-François Nicéron expõe os algoritmos geométricos para produzir arte anamórfica (os casos planar e cónico são bastante fáceis mas os cilindros são difíceis), mas esta conexão matemática perdeu-se com o tempo. Agora, físicos da Universidade de Guelph (Ontario, Canada) deduziram de novo as equações de transformação necessárias para produzir anamorfoses (Hunt, Nickel e Gigault, American Journal of Physics, Março/2000; imagens em <http://physics.uoguelph.ca/>). Recorde-se que o Museu de Física em Coimbra mostra algumas anamorfoses oitocentistas, que foram analisadas por aqueles autores.



Anamorfoses



NOTÍCIAS SPF

Comentário à proposta de reorganização curricular do Ensino Básico

A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) reconhece que, de uma maneira geral e ao nível dos princípios, as linhas de acção preconizadas são correctas. Assim, por exemplo, a flexibilização curricular ou o reforço da autonomia das escolas são ideias que merecem o nosso apoio.

Contudo, a introdução de uma área transversal, em que se inclui o projecto, o estudo acompanhado e a direcção de turma, faz-se com prejuízo claro do número de horas dedicado às Ciências Físicas e Naturais e à Matemática. Ainda que se reconheça que no ensino das ciências o problema em geral não é essencialmente de quantidade mas sim de qualidade, não podemos concordar com esta redução. Em nosso entender, a carga horária das referidas áreas não deveria diminuir relativamente à situação actual. Quanto à organização dos tempos lectivos em blocos de noventa minutos seria desejável avaliar a eficácia desta medida realizando experiências-piloto, antes de a aplicar a todas as escolas.

O apoio do Ministério ao “Estudo Acompanhado”, que felizmente já se pratica em algumas escolas, parece-nos uma medida muito acertada. Contudo, esse estudo não deveria integrar uma nova área curricular à qual se dedicariam cerca de duas horas por semana. Seria desejável que o Ministério criasse as condições para que, progressivamente, todos os alunos viessem a ter pelo menos duas horas diárias de estudo acompanhado.

A “Flexibilização Curricular” é uma ideia que também saudamos. Apesar disso, estamos conscientes que a sua concretização só fará sentido se for implementado um sistema rigoroso de avaliação do desempenho dos alunos e das escolas. Só esta avaliação feita à escala nacional e com a divulgação dos resultados poderá assegurar que todos estão a fazer tentativas no sentido de um ensino de melhor qualidade.

O trabalho de projecto (TP), que aparece inserido na chamada “Áreas Transversais”, poderá ser muito enriquecedor para os alunos e até para os professores. Contudo, esta inclusão, ao implicar uma avaliação curricular nos termos gerais preconizados no ponto 3 da proposta, poderá diminuir o seu aspecto formativo. A implementação do TP implica que as escolas tenham condições que algumas certamente ainda não têm. Por outro lado, vai necessitar de formação adequada para os professores. Mesmo que, à partida, as condições sejam adversas, entendemos que é importante começar. No que respeita às Ciências, o TP poderá ser um óptimo mecanismo para mostrar o papel condutor da experimentação na obtenção do conhecimento científico. Ainda em relação com a formação dos professores, recomendamos que sejam disponibilizados cursos práticos referentes à utilização das novas tecnologias da informação.

“A actual proposta de reorganização curricular não incidirá, numa primeira fase, em alterações de programas...”, diz-se no documento em análise. Apesar disso, se a proposta se mantiver, haverá certamente lugar a supressões. No caso da Física, o problema poderá ainda ser pior se essas reduções incidirem na Física do século XX. Ao terminar o ensino básico, o aluno tem que ter a noção clara de que a Ciência em geral e a Física em particular proporcionam um conjunto de instrumentos e técnicas que tornam mais fácil e confortável a vida nas sociedades modernas.

Augusto Barroso
(Secretário-Geral da SPF)

barroso@cii.fc.ul.pt

Lisboa, 2 de Maio de 2000

Prémios para alunos do Secundário

Foi assinado no passado dia 6 de Julho nas instalações do jornal “Público”, em Lisboa, um protocolo de colaboração para o estabelecimento dos prémios Público/Gradiva para o melhor aluno de Física e para o melhor aluno de Matemática, no final dos estudos secundários (ver última “Gazeta”). Pelo Público assinou Jaime Barreiros, da administração do jornal, pela Gradiva o editor Guilherme Valente e pela SPF o Secretário-Geral, Augusto Barroso. Na altura foi anunciado o enriquecimento do prémio através de uma doação em material às escolas dos melhores alunos pelo Banco Português de Investimento (BPI).

Projecto “Experimenta” em Leiria

Foi assinado no passado dia 12 de Julho em Leiria um protocolo de cooperação que visa instalar na Escola Domingos Sequeira (Leiria) uma exposição “Experimenta – Ciência para todos”, baseada na Física Moderna. Estiveram presentes no acto, que se realizou na Câmara Municipal de Leiria, a presidente da autarquia, Isabel Damasceno, Rui Ferreira Marques, presidente da Delegação Regional do Centro da SPF e responsável pelo projecto “Experimenta” da SPF, presidente do Conselho Executivo da Escola Domingos Sequeira e a directora do Centro de Formação de Leiria, que assinaram em representação das respectivas instituições. O texto do protocolo começa por dizer que “a promoção da cultura científica e tecnológica é fundamental para o desenvolvimento da sociedade portuguesa e em particular para o desenvolvimento do concelho de Leiria”, baseando-se em razões de “cidadania”, de “método” e de “aquisição de competências para o trabalho profissional”, pois “cada vez mais a sociedade

depende de evoluções tecnológicas rápidas, pelo que se acentua a relação entre a educação científica e tecnológica e o emprego.”

Acrescenta-se ainda que, para “reforçar o processo de ensino/ aprendizagem das ciências por via experimental (...), devem todas as entidades com responsabilidades na educação cooperar activamente, organizando processos formais de partilha de equipamentos, saberes e estratégias.”

Assim, partindo do projecto Ciência Viva “Experimenta”, promovido pela SPF na Escola Secundária Domingos Sequeira, pretendem os referidos parceiros o alargamento de actividades às escolas concelhias dos ensinos básico e secundário e à comunidade em geral, bem como o seu prolongamento no tempo, no quadro de um projecto maior.

A SPF assegura a supervisão científica do programa e propõe-se organizar actividades de divulgação científica (conferências, “workshops”, etc.).



Brincar com a ciência

No concurso Ciência Viva IV foram aprovados os projectos “Brincar com Água, Brincar com Ciência” e “Ciência a Brincar II”, o primeiro proposto pela SPF e o segundo a continuação de outro proposto pela SPF (e sendo esta também parceira). Dirigem-se ambos a crianças do ensino pré-primário e 1º ciclo do ensino básico. O objectivo destes projectos consiste em despertar e desenvolver o gosto, a curiosidade, o sentido de observação e pensamento

lógico a um nível muito elementar. As coordenadoras são, respectivamente, Constança Providência (cp@teor.fi.uc.pt) e Maria do Rosário Correia.

Física 2000



Leon Lederman na Figueira da Foz

O prémio Nobel da Física Leon Lederman estará na Figueira da Foz durante o Física 2000, que se realiza de 27 a 30 de Setembro. Quem é Leon Lederman? Foi director do “Fermilab”, perto de Chicago (Estados Unidos) e recebeu o prémio pelos seus trabalhos no domínio da física dos neutrinos. Tem-se interessado também pelo progresso da educação e cultura científica, tendo realizado experiências inovadoras no Estado de Illinois, nomeadamente uma academia para a formação de professores do ensino secundário, um liceu público de elite e vários trabalhos sobre ciência no ensino básico (ver secção “Livros” nesta Gazeta). Tem um projecto, que ainda não conseguiu concretizar, sobre uma série para televisão de grande audiência (do género “LA Law”) sobre a actividade dos físicos.



Sobre Lederman veja-se

<http://www.nobel.se/physics/laureates/1988/lederman-autobio.html>.

Actividades para as escolas e público

Paralelamente à Conferência irão decorrer sessões destinadas ao público em geral e, em particular, a alunos das escolas do ensino básico e secundário da zona da Figueira da Foz. Estas sessões realizam-se no Casino Peninsular das 10h às 13h, durante toda a Física 2000, estando já definidas as seguintes:

- Projecção de filmes científicos e didácticos (todos os dias);
- “Ciência para Crianças”, organizada pelo Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra, no dia 27 de Setembro;
- “Ciência a Brincar”, organizada pela equipa do Ciência a Brincar II, projecto Ciência Viva da SPF e da Associação Fernão Mendes Pinto, da Figueira da Foz, no dia 28 de Setembro;
- “O Museu de Física Interactivo”, organizado pelo Museu de Física da Universidade de Coimbra, nos dias 29 e 30 de Setembro.

Workshops e outras actividades do 10º Encontro Ibérico para o Ensino

Paralelamente ao Encontro serão realizadas oficinas pedagógicas sobre um conjunto de temas de actualidade, orientadas por portugueses e espanhóis: “Análise de Materiais Didácticos” (José Otero e Helena Caldeira); “Avaliação dos Alunos nas Aulas de Física” (Jorge Valadares); “Ensino da Física na perspectiva CTS” (Ana Freire e Mariana Pereira); “Internet e Ensino da Física” (João Paiva); “Resolução de Problemas” (Isabel Brincones, Nilza Costa e Bernardino Lopes); “Uso da História da Física como Contexto, no Ensino Básico e Secundário” (Décio Martins e Conceição Ruivo).

Estão igualmente previstas várias sessões experimentais para professores que queiram familiarizar-se com os equipamentos didácticos mais recentes das empresas Pasco Scientific, Phywe e Texas Instruments.

Procurar-se-á também efectuar uma apreciação do programa “Ciência Viva”

na área da Física, através da análise dos projectos das escolas e do desempenho dos centros “Ciência Viva” na formação de professores. Participam nessa sessão Ana Noronha, Conceição Abreu, Helena Caldeira e alguns representantes de projectos de escolas. Conta-se ainda com a participação de especialistas estrangeiros em educação, como os Profs. Leon Lederman, Gunnar Tibell, Jonathan Osborne ou Matilde Vicentini, que manifestaram a sua disponibilidade para participar no Encontro Ibérico e manter contactos com os professores.

O que é a “Physics on Stage”?

“Physics on Stage” é um projecto coordenado pela ESA (Agência Espacial Europeia), CERN (Organização Europeia para a Investigação Nuclear) e ESO (Observatório Europeu do Sul) cujo objectivo é motivar os jovens europeus para a Física e que, em Portugal, é coordenado pela unidade Ciência Viva do Ministério da Ciência e Tecnologia. Procuram-se soluções inovadoras e eficazes de ensinar e divulgar a Física, que podem assumir a forma de demonstrações, experiências interactivas, dramatizações ou obras musicais. No festival de cinco dias que decorrerá no CERN, em Genebra, durante a Semana Europeia da Cultura Científica (6 a 11 de Novembro de 2000) os delegados nacionais dos 22 países europeus participantes terão a oportunidade de apresentar as suas ideias e métodos.

A selecção final da equipa que representará Portugal no CERN será feita, durante a Física 2000, por um júri nomeado pela SPF. A apresentação dos trabalhos irá decorrer na Escola Secundária Joaquim de Carvalho nos dias 26 e 27, sendo os resultados divulgados na tarde do dia 28 de Setembro.

Humor Queda sem gravidade*



Consideremos os seguintes dois fenómenos naturais:

1 — Facto mais do que comprovado pela observação quotidiana: um gato lançado de uma janela ou de um outro lugar elevado cai de pé, com as patas para baixo [1].

2 — Está também comprovado por estudos científicos que um pão com manteiga, quando cai no chão, fica com o lado da manteiga para baixo [2].

Problema:

Amarrar um pedaço de pão com manteiga, com o lado da manteiga para cima, nas costas de um gato. Que acontece?

1 — Cairá o gato sobre as suas patas?

2 — A manteiga lambuzará o chão?

Analisemos o mecanismo do ponto de vista vectorial:

1 — Das leis da Manteigologia decorre que a manteiga deve atingir o solo; portanto ela cria um momento que gira o sistema para obter esse estado final.

2 — Das leis da Aerodinâmica Felina, o gato não pode machucar o seu dorso. Portanto, exerce um momento para que as suas patas atinjam o chão em primeiro lugar.

Então, se o sistema gato + pão com manteiga for lançado, a Natureza não tem meios de resolver o paradoxo. Portanto, ele simplesmente não cai. Isso mesmo: acabamos de descobrir o segredo da antigravidade! Um gato amanteigado irá, quando lançado, cair até que as forças de pulo-do-gato e de repulsão da manteiga fiquem em equilíbrio.

Este ponto de equilíbrio pode ser modificado tirando um pouco de manteiga, o que proporciona elevação, ou amputando uma das patas do gato, permitindo assim a queda.



Muitas das espécies civilizadas do Universo já usam este princípio para direccionar as suas naves espaciais. O ruidoso zumbido ouvido por muitos ovniologistas é, de facto, o miar de várias centenas de bichanos. O perigo óbvio é que, se os gatos conseguirem comer os pães das suas costas, cairão instantaneamente. É claro que os gatos vão cair sobre as suas patas, mas isso não lhes servirá de nada, pois, logo a seguir, a nave com algumas toneladas e os pobres ocupantes extraterrestres cairão sobre eles.

Referências:

[1] J. Walker, “O Grande Circo da Física”, Gradiva, Lisboa, 1990.

[2] R. Ehrlich, “Why Toasts Lands Jelly-Side Down”, Princeton University Press, Princeton, 1997.

* Repescado da Internet.

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

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

Olimpíadas Nacionais de Física

Realizaram-se no Porto no dia 16 de Junho as provas nacionais das Olimpíadas Nacionais de Física. A organização esteve a cargo da Delegação do Norte da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), presidida por Fátima Pinheiro. No dia 16 de Junho, dia da chegada ao Porto, realizou-se uma visita ao Visi-nário, em Santa Maria da Feira, e um jantar-convívio.

No dia seguinte, 17 de Junho, realizaram-se as provas (escalões A e B) no Departamento de Física da Universidade do Porto, tendo havido, depois delas terem terminado, uma visita ao Museu de Serralves (exposição sobre arte em Berlim no século XX) e uma palestra do Dr. Augusto Barroso sobre “As duas revoluções na Física no século XX”. Finalmente, houve a distribuição dos prémios aos vencedores (ver caixa).

A SPF agradece a todas as pessoas que tornaram possível o sucesso de mais estas olimpíadas nacionais.

Olimpíadas Internacionais

À hora do fecho desta edição realizava-se em Leicester, Inglaterra, a Olimpíada Internacional de Física de 2000, com uma equipa portuguesa dirigida por José António Paixão e Fernando Nogueira. O evento será noticiado com mais pormenor na próxima “Gazeta de Física”, incluindo a divulgação dos resultados.



Quadro dos Vencedores das Olimpíadas Nacionais de Física

Escalão A

1º lugar – Escola Secundária Grão Vasco (Viseu), representada por Edgar Mendes, Francisco Natário e José Francisco da Silva.
2º lugar – Escola EB 2,3 nº 1 Telheiras, representada por Inês Morgadinho Mesquita, André Filipe Ramos e Duarte Albuquerque.
3º lugar – Escola EB 2,3 Leça da Palmeira, representada por Carla Patrícia Duarte, Daniel Filipe Preto e Gil António Resende.

Escalão B

1º lugar – André Dias, do Colégio Manuel Bernardes.
2º lugar – Fábio Diales da Rocha, da Escola Secundária Carlos Amaran-te.
3º lugar – André Costa Espinho, da Escola Secundária Fontes Pereira de Melo.

4º lugar – Pedro Alegre Queiroz, da Escola Secundária Herculano de Carvalho.

5º lugar – Tiago Rodrigues e Sousa, da Escola Secundária da Amadora.

6º lugar – Artur Costa Castro, da Escola Secundária da Maia.

7º lugar – Simão Pedro Carneiro, da Escola Secundária da Trofa.

8º lugar – Joana Catarina Ferreira, da Escola Secundária José Falcão.

9º lugar – José Helder Gomes, da Escola Secundária Francisco Franco.

10º lugar – António Daniel de Almeida, da Escola Secundária D. Duarte.

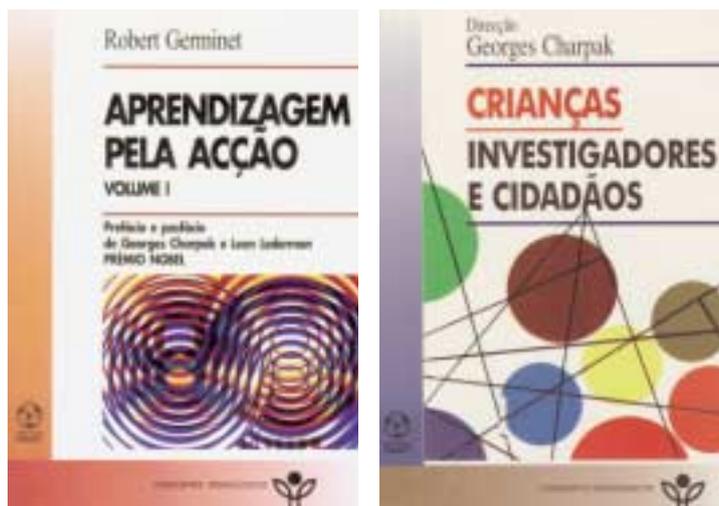
11º lugar – Nuno Miguel Rosa, da Escola Secundária Dr. António Carvalho Figueiredo.

12º lugar – Pedro Miguel Neto, do Externato Irene Lisboa.

13º lugar – Paulo Rosa, da Escola Secundária D. Pedro V.



14º lugar – Rodrigo Farinha Martins, da Escola Secundária Dr. António Carvalho Figueiredo.
15º lugar – António Manuel Couto, do Colégio Liceal Santa Maria de Lamas.



Pedagogias que funcionam

O Instituto Piaget, uma organização particular de ensino superior, tem publicado muitos livros (alguns muito bons!) sobre ciência, filosofia, pedagogia, psicologia, comunicação, etc. Se toda essa edição tem um público regular, não sendo por isso artificial, é sinal que estamos a ficar um país culto e informado.

Nesta “Gazeta” sugiro dois desses livros, que são absolutamente recomendáveis para as pessoas que ensinam Física. Têm em comum o facto de serem ambos traduções do francês, relatarem processos inovadores de educação científica, de terem uma introdução de Georges Charpak, prémio Nobel da Física, membro da Academia das Ciências de Paris e doutor “honoris causa” pela Universidade de Coimbra, e de descreverem iniciativas pedagógicas de outro Nobel da Física, o físico norte-americano Leon Lederman, que em Setembro estará no “Física 2000”, na Figueira da Foz. Os dois livros expõem pedagogias que funcionam! O título não é ficção...

O primeiro livro (dois volumes na versão portuguesa mas não na original), “Aprendizagem pela Acção”, do director da Escola de Minas (estes arcaicos nomes franceses...) de Nantes, Robert Germinet, trata de um novo processo eminentemente experimental de ensinar Física a futuros engenheiros. Os alunos recebem no primeiro ano um “kit” com algum material, nomeadamente para experiências de electromagnetismo, e devem com ele individualmente conduzir processos guiados de “inquiry”. Estes não têm necessariamente de ser feitos no laboratório da escola mas podem ser feitos em casa. Um tópico é a construção de um contador Geiger a partir de material simples. O objectivo é familiarizar os futuros engenheiros desde muito cedo não só com procedimentos experimentais mas também com a arte de resolver problemas práticos.

Lederman faz no posfácio a defesa das transformações que são necessárias no ensino norte-americano, nomeadamente logo no ensino secundário (“high school”). Defende, a par

com o primado do ensino experimental, o chamado ensino das ciências em “pirâmide invertida”: o aluno, ao progredir, digamos do 10.º para o 12.º, deverá abordar primeiro a Física a tempo inteiro (afinal, a base de todas as ciências experimentais) e só depois a Química e, finalmente, a Biologia. A pirâmide diz-se invertida porque é ao contrário da ordem tradicional... O melhor é dar a palavra a Lederman:

“(...) Se uma pessoa do ano 1900 viajasse no tempo para chegar ao ano 1996, o único local onde se sentiria à vontade seria a sala de aula de uma escola americana. Enquanto o painel de bordo de uma viatura possui mais potência de cálculo que o da Apollo 13, as salas de aula são frequentemente semelhantes ao que eram há cem anos, quando foi inventado o percurso do ensino tal como o conhecemos hoje. Este programa de estudos apresenta habitualmente uma colecção de cursos sem qualquer ligação entre si. Começa pela biologia, com uma enorme carga de vocabulário novo e muito descritivo. A esta matéria estão ligados, de um modo incompreensível, muitos aspectos relacionados com as moléculas. Os sobreviventes têm acesso aos estudos de Química sem os menores conhecimentos dos princípios fundamentais dos campos de forças e de energia que governam as interacções atómicas e moleculares, e cerca de 20 por cento dos alunos das escolas secundárias iniciam de seguida estudos de física (...) onde se põe o acento na resolução algébrica de problemas”.

O segundo livro, dirigido por Charpak mas sendo vários os autores franceses dos vários capítulos, aborda com mais profundidade as experiências do tipo das de Robinet e Lederman. Inclui, no início, um texto de 1998 de uma equipa, onde entram Lederman e Charpak, sobre o “Renascimento da Educação Científica Americana” (a tradução deste documento como a dos outros textos não é a melhor, talvez por se tratar de uma tradução de francês que por sua vez proveio do inglês; por exemplo, os cientistas são várias vezes designados por “os científicos”...). A lista proposta de temas de física para o liceu causará um pouco de estranheza aos professores de Física portugueses treinados de uma forma tradicional. Senão, vejamos (por ordem alfabética):

- Conservação da energia;
- Conservação da massa;
- Electricidade e carga;
- Energia;
- Gases;
- Gravidade;
- Luz e fotossíntese;
- Luz como onda e partícula;
- Matéria e suas propriedades;
- Ondas;
- Pressão;
- Quantidade de movimento;

- Teoria atômica, estrutura dos átomos, formação das moléculas, modelos atômicos e moleculares; e
- Teoria cinética dos gases.

A Física começa com a electricidade, com a noção de energia construída a partir de medidas realizadas pelo aluno com um voltímetro e um amperímetro (“medimos quotidianamente correntes e voltagens ao passo que os alunos só medem forças nos laboratórios de Física”).

O livro passa depois a descrever o projecto francês “Mãos na massa”, inspirado no projecto norte-americano de Lederman. Descreve a viagem e as impressões recolhidas por um grupo de professores franceses ao estado de Illinois (cuja capital é Chicago e onde se situa o famoso “Fermilab”, que Lederman dirigiu). O grupo de autores viu o funcionamento de uma escola pública de elite. O relato faz-nos reconhecer o atraso português: nesse liceu os alunos dispõem de centenas de computadores (quase um por aluno), usam regularmente a Internet para as suas pesquisas, estudam temas científicos avançados que são propiciados por contextos científico-tecnológicos da actualidade, e têm professores doutorados, alguns com prática de investigação científica no “Fermilab”.

O livro completa-se com o relato de uma visita de outra equipa a uma escola primária de Tóquio, onde a importância dos manuais e dos materiais é reconhecida. Trabalha-se com bons livros e com bons “kits” desde a mais tenra idade. E os pais japoneses têm um interesse pela prática escolar dos filhos que excede em muito o que se passa na Europa. Enfim, por alguma razão os EUA e o Japão estão na vanguarda dos países desenvolvidos... Têm, simplesmente, algumas das melhores escolas do mundo! Se queremos aproximarmo-nos deles só temos que construir aqui já não digo escolas iguais, mas escolas que sejam diferentes da generalidade das que hoje temos. Não vale a pena fazer a pergunta ao Ministério da Educação que, defendendo falsas ideias de democraticidade, é contra as boas, escolas de elite mas abertas a todos, e que é contra o reconhecimento dos melhores. Mas não quererá o Ministério da Ciência e Tecnologia português apoiar uma visita de professores a Chicago, a Tóquio ou apenas e tão só a Nantes?

Carlos Fiolhais

tcarlos@teor.fis.uc.pt

“Aprendizagem pela Acção”, 2 vols.

Robert Germinet

Instituto Piaget, 1999

(prefácio de G. Charpak e posfácio de Leon Lederman).

“Crianças, Investigadores e Cidadãos”

G. Charpak (dir.)

Instituto Piaget, 2000.

O que se diz sobre os átomos

Em Dezembro próximo comemoram-se os 100 anos sobre a formulação da teoria quântica, a teoria que descreve os átomos e seus constituintes. É pois oportuno lembrar não só o que dizem os físicos sobre os átomos, mas também o que dizem alguns escritores:

“Quando se trata de falar de átomos, a linguagem apenas pode ser usada tal como na poesia”.

Niels Bohr

“O nosso método de fazer trabalhar um átomo consiste em bater-lhe; e se ele não fizer aquilo que queremos, batemos-lhe ainda com mais força”.

Arthur Eddington

“Os átomos são completamente impossíveis se adoptarmos o ponto de vista clássico”.

Richard Feynman

“Se acreditar na realidade dos átomos é tão importante para si, eu então afasto-me do modo de pensar dos físicos”.

Ernst Mach (de uma carta a Max Planck)

“Podemos dizer que o universo consiste de uma substância e a esta substância chamamos “átomos” ou então “nómadas”. Demócrito chamou-lhe átomos. Leibniz chamou-lhe nómadas. Felizmente que os dois nunca se encontraram, senão teria havido uma discussão bastante estúpida.”

Woody Allen

“O átomo individual é livre: pulsa quando quer, com um ritmo lento ou rápido; decide por si próprio quando absorve ou quando irradia energia”.

Valdimir Nabokov

“Cada átomo pertence-me a mim tanto quanto pertence a ti”.

Walt Whitman

“Nada se penetra, nem átomos, nem almas”.

Fernando Pessoa / Bernardo Soares



O nosso "site"

O "site" da Internet recomendado neste número é o da própria "Gazeta de Física": <http://nautilus.pt/~gazeta>, que inclui desde há pouco todas as páginas de todos números da nova série da "Gazeta de Física", para além de um número completo da antiga série e de um índice total. Já se pode pois consultar a "Gazeta" a partir de qualquer computador do mundo. É tudo por agora, mas não será tudo, pois os projectos e ideias que temos

em mente constituirão, logo que passem a ser realidade, um motivo suplementar de interesse (e, já agora, também de prazer...) para os nossos leitores. Assim, planeamos para o futuro fazer sair alguns conteúdos da "Gazeta" electronicamente e ainda antes da edição impressa, assim como materiais complementares. Planeamos ainda colocar "on-line" o índice completo da revista Portugaliae Physica. C. F.

Obras editadas

Indicamos mais algumas obras de ciência editadas recentemente entre nós. Agradecemos aos editores o envio de publicações relevantes no campo da Física e da ciência em geral.

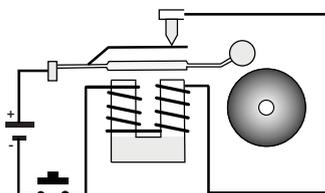
- Nadir Afonso, "Universo e o Pensamento", Livros Horizonte, 2000.
- José Manuel Canavarro, "O que se Pensa sobre a Ciência", Quarteto, 2000.
- J. Félix Costa, "Génese da Revolução Astronómica", Escolar Editora, 2000.
- T. Fließbach, "Curso de Física Estatística", Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.
- Eduarda Gonçalves (org), "Cultura Científica e Compreensão Pública", Celta, 2000.
- Eduarda Gonçalves (org), "Cultura Científica e Compreensão Pública", Celta, 2000.
- John Gribbin, "Em Busca de SUSY. Supersimetria e a Teoria de Tudo", Bizâncio, 2000.
- Joel Mintzes, James Wandersee e Joseph Novak, "Ensinando Ciência para a Compreensão – uma Visão Construtivista", Plátano, 2000.
- OECD, "As Tecnologias do Século XXI: Ameaças e Desafios de um Futuro Dinâmico", OECD e GEPE do Ministério da Economia, 2000.

PUB



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



Reflexões sobre o ensino experimental da Física no Secundário

Como professora de Física em exercício numa escola secundária pude identificar alguns problemas relacionados, por um lado, com a aprendizagem e o desenvolvimento de capacidades dos alunos e, por outro, com a implementação dos currículos de Física no básico e no secundário.

Os problemas relacionados com a aprendizagem dos alunos são essencialmente:

- insuficiente preparação dos alunos para a componente experimental dos programas;
- falta de preparação dos alunos para comunicar resultados de problemas ou experiências;
- desajustamento entre o que é exigido nos programas de Física, a nível experimental, e o conteúdo dos exames internos e nacionais;
- deficiente aproveitamento dos alunos, mesmo com a realização frequente de trabalhos experimentais integrados;
- insuficientes preparação e prática dos professores.

Os problemas relacionados com a implementação dos currículos de Física centram-se nas *faltas* de:

- uma cultura científico-tecnológica desenvolvida na população;
- flexibilidade curricular em relação a assuntos opcionais, privilegiando os interesses e necessidades dos alunos;
- atenção às áreas científicas actuais indispensáveis à compreensão de assuntos públicos, sendo estas trocadas por uma profundidade exagerada em assuntos pouco úteis na vida quotidiana;
- hábitos de trabalho científico.

Uma queixa frequente dos professores é a falta de condições nos laboratórios e a falta de equipamento. No entanto, estes dois factores, que eram uma realidade há dez anos, não podem actualmente ser desculpa, uma vez que há dois desenvolvimentos que lhes vêm dando solução, o primeiro de uma forma mais efectiva do que o segundo. São eles:

1. O programa Ciência Viva, do Ministério da Ciência e Tecnologia, cujos objectivos são o desenvolvimento nas escolas do ensino experimental das ciências, incidindo na actualização do equipamento das escolas que concorrem a este projecto, e a divulgação pública da ciência através de centros interactivos de ciência e outras actividades;

2. O esforço que o Ministério da Educação vem fazendo no sentido de melhorar e substituir laboratórios antigos além de fazer chegar equipamento a algumas escolas, embora de forma insuficiente face às exigências curriculares.

Por que é que a aprendizagem das ciências, tanto no básico como no secundário, revela baixos níveis de aproveitamento? Não estão em causa as capacidades dos jovens portugueses nem dos professores de Física, nem a falta de condições dos laboratórios e do equipamento, mas provavelmente e de um modo geral:

- os conteúdos programáticos mínimos que se ensinam;
- as estratégias de ensino experimental utilizadas nas escolas;
- a falta de hábitos de trabalho dos alunos, traduzida num estudo diário insuficiente;
- a falta de apoios qualificados aos alunos (incluindo salas de estudo onde possam ser ajudados nas dúvidas e nos trabalhos de casa);
- a tipologia dos exames nacionais;
- as condições e ambiente das escolas, onde a falta de qualidade das instalações atinge por vezes níveis extremos;
- a falta de incentivos na carreira dos professores dos ensinos básico e secundário;
- a falta de formação contínua adequada às exigências curriculares actuais, nomeadamente ao ensino experimental;
- a falta de envolvimento dos docentes, que são de facto os agentes fundamentais numa mudança curricular.

No entanto, o Ministério da Educação, os pais e os professores apresentam como razões mais importantes do insucesso o facto de os programas serem grandes e enciclopédicos e o excesso de horas que os alunos passam na escola. Estas razões traduzem de resto uma atitude porventura legítima dos professores, que justificam as suas dificuldades com a falta de preparação adequada, a falta de auto-confiança para a abordagem de assuntos que há muito tempo não são leccionados e a curta duração do ano lectivo em Portugal. Relativamente aos currículos, se continuarmos a ensinar Mecânica, Electricidade e pouco mais na Física do secundário, e o nível de exigência e responsabilidade dos professores, dos alunos e dos exames não aumentar, estaremos a contradizer todas as acções para a melhoria do ensino das ciências.

Mas, para se exigir, têm de se preparar os agentes envolvidos neste processo de reforma curricular e criar as condições necessárias. Neste contexto, o modelo de mudança curricular implícito no programa "Ciência Viva" é um desafio. Trata-se de um programa com grande potencial e um valioso contributo para a democratização da escola, uma vez que promove sinergias entre diferentes sectores sociais, académicos, técnicos e científicos.

O Ministério da Educação deveria acertar o passo com o Ministério da Ciência e Tecnologia nas inovações que este tem trazido às escolas portuguesas no domínio do ensino das ciências. Por vezes, parecem aflorar contradições entre as iniciativas dos dois ministérios. Por exemplo, um equipa as escolas, mas o outro não prepara de forma eficiente os docentes para o ensino experimental.

Estamos no limiar de uma reforma curricular que diminui o tempo dedicado ao ensino experimental das ciências, ao acabar com as disciplinas de Técnicas Laboratoriais. Por outro lado, ao criarem-se aulas de 90 minutos com o argumento de privilegiar a integração da teoria com a prática, está-se a subvalorizar o problema de fundo, que não se resolve com o alargamento dos tempos lectivos. Se esta medida parece útil para certas aulas, para outras vai provavelmente contribuir para um aumento do "debitar" de teoria.

Apesar dos conteúdos das disciplinas de Técnicas Laboratoriais necessitarem de remodelação, elas poderiam constituir um espaço muito mais atractivo para os alunos do que a projectada "Área de Projecto" que vai acabar, tal como a "Área Escola", por falta de envolvimento das escolas e professores. Há anos que os professores não fazem trabalhos de projecto porque a sua carreira não lhes exige. Como se pode ensinar a "investigar" numa disciplina curricular sem conteúdos (Área de Projecto) que vai ter 3 horas semanais? Tal como os valores e as atitudes só se ensinam integrados nas ocorrências diárias da vida, também os processos científicos só se ensinam/aprendem na verdadeira prática científica. Não se ensinam nem se aprendem isoladamente.

Devem referir-se, no entanto, algumas boas medidas do Ministério da Educação que decerto contribuirão para um maior número total de aulas e um ano lectivo mais equilibrado, beneficiando o ensino das ciências: a igualdade de duração dos três períodos lectivos; a existência de dois tempos de avaliação fora dos períodos de aulas; e o fim das provas globais no 10º ano.

Relativamente à nova organização dos planos de estudos, ter-se-á pensado como é que as escolas se vão reorganizar para se adaptarem às novas exigências? O ensino experimental das ciências vai melhorar só porque se criam aulas de 90 minutos? Irão os professores e os órgãos de gestão improvisar e arcar com as culpas pelas falhas na planificação e pelo insucesso da reforma?

Além disto, esta reforma surge ao fim de apenas dois anos de experiência de um processo de desenvolvimento do novo modelo de autonomia e gestão das escolas, processo este que, apesar de positivo, é bastante complexo. Para que ele possa vingar será necessária a sua consolidação.

Se queremos concretizar uma reforma é necessário planear, experimentar, avaliar, reformular e envolver os interessados desde o início do processo. Se assim não for, é natural que haja resistência passiva, desinteresse e desconfiança de professores e alunos. Os professores e as escolas não deviam ser usados como meros veículos da reforma mas sim parceiros de corpo inteiro em todo o processo de mudança. Só assim poderão ser responsabilizados pelos insucessos e/ou sucessos do processo que está para vir.

Anabela Martins

Escola Secundária D. Pedro V (Lisboa)

esdpv@mail.telepac.pt

softciências
CENTRO DE COMPETÊNCIA RÓDIO

http://softciencias.ccg.pt/

Existimos para apoiar as escolas

- ▶ Centro de Competência - Softciências
- ▶ Infociências
- ▶ O Mito
- ▶ Nerd@net - Português Enjaul
- ▶ Água Virtual
- ▶ Escolas Associadas

contacte-nos pelo email
jcpaiva@ci.uc.pt